



**INSTITUTO POLITÉCNICO DE BEJA**

**Escola Superior Agrária**

**Mestrado em Agronomia**

**Comportamento de variedades de olival em condições de  
modificação climática**

***“Caso de estudo sob Rega Deficitária Controlada”***

**Mário Alberto Fernandes Mendes**

**Beja 2017**



**INSTITUTO POLITÉCNICO DE BEJA**

**Escola Superior Agrária**

**Mestrado em Agronomia**

**Comportamento de variedades de olival em condições de  
modificação climática**

***“Caso de estudo sob Rega Deficitária Controlada”***

**Dissertação de Mestrado apresentada na Escola Superior Agrária  
do Instituto Politécnico de Beja**

**Elaborado por:**

**Mário Alberto Fernandes Mendes**

**Orientador**

**Professor Doutor Pedro O. Silva**

**Coorientador**

**Professora Doutora Sofia Ramôa**

**Beja 2017**





## AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Sr. Paulus Heemskerk, pela possibilidade de realizar este sonho de vida de conclusão da minha formação superior e em especial deste Mestrado em Agronomia.

Agradeço ao meu amigo João Raposo, por todo apoio e disponibilidade no desenrolar deste processo de formação.

Agradeço às Empresas Herovina, lda. E Terras do Montoito, lda., por terem disponibilizado a sua exploração agrícola para a realização dos ensaios de campo.

Agradeço ao Sr. Doutor Pedro Teixeira Duarte, Eng.º Jorge Salavessa e Sr. Eng.º Miguel Parreira por todo apoio disponibilizado.

Agradeço a Empresa Prorega,lda, na pessoa do Sr. Eng.º Fernando Nunes, pela oferta das sondas “*WaterMark*” e por toda a disponibilidade demonstrada.

Agradeço ao Sr. Professor Doutor Pedro O. Silva e Sr.ª Professora Doutora Sofia Ramôa pela oportunidade de realizar este trabalho com a sua orientação e pela disponibilidade, ajuda, simpatia e conhecimentos transmitidos ao longo deste percurso.

Agradeço à Escola Superior Agrária de Beja e a todos os docentes pelos conhecimentos transmitidos ao longo do tempo e pela simpatia e disponibilidade sempre demonstrada.

Agradeço a todos os colegas do Curso de Mestrado em Agronomia 2015/2017, da Escola Superior Agrária de Beja, por todo apoio, disponibilidade, compreensão e paciência que demonstraram ao longo deste processo.

Agradeço a todos os colaboradores da Empresa Herovina,lda e Terras do Montoito, lda., por toda a colaboração na recolha de dados nos campos de ensaio instalados.

Agradeço à minha família mais próxima em particular à minha esposa e filhos, por toda a compreensão e apoio, pois sem eles nada disto teria sido possível.

A todos o meu sincero MUITO OBRIGADO.



## RESUMO

Realizou-se um ensaio, em condições de clima Mediterrâneo, onde a escassez de água, reforçada pelas alterações climáticas, é um problema a ter em atenção.

Estudou-se o efeito da Rega Deficitária Controlada, ao longo do ciclo vegetativo da Oliveira (*Olea Europaea* L.), nas duas cultivares em estudo, “Picual” e “Hojiblanca”, em comparação com a Rega em Conforto Hídrico nas mesmas duas cultivares, num Olival Intensivo, com enrelvamento espontâneo na entrelinha, situado no concelho do Redondo, na freguesia de Montoito.

Foram avaliados, o crescimento vegetativo, a produção, o rendimento em gordura, os níveis de acidez, o intervalo de colheita e condições sanitárias. Foi avaliado ainda, e em virtude de uma das cultivares, “Hojiblanca”, ser vocacionada para o consumo em verde, o peso e volume dos frutos.

O estudo iniciou-se em Junho de 2016, quando o agricultor tinha já um mês de rega efetuado. Assim, só em Junho se iniciou a estratégia de Rega Deficitária Controlada (RDC), 60% ETc, em comparação com a Rega em Conforto Hídrico (100% ETc), rega do agricultor.

Não se observaram diferenças significativas a nível de produção, rendimento, acidez. Na cultivar “Hojiblanca”, houve alguma diferença no volume dos frutos, sendo que as árvores sujeitas a Rega Deficitária Controlada, em Agosto apresentavam frutos com volumes inferiores aos das árvores em Conforto Hídrico, mas em Dezembro apresentavam frutos com volumes superiores, devido talvez às chuvas outonais.

Em termos de crescimentos médios de ambas as cultivares, o resultado da análise de variância, mostrou um efeito significativo do fator rega.

Na cultivar “Picual”, os frutos das árvores, sujeitas à estratégia de rega deficitária controlada, apresentavam volumes inferiores, mas no entanto todos os outros parâmetros observados não apresentavam diferenças significativas.

Assim, os resultados mostram que é possível, ao agricultor, poupar na água de rega, sem que isso ponha em causa a produção, qualidade do fruto e a perenidade da Oliveira.

Palavras-chave: *Olea Europaea*; Rega; Produção; Rendimento; Crescimento



## ABSTRACT

It was carried out a study under Mediterranean condition where scarcity of water, increased through climate change, is an issue to consider.

We have studied the effect of Regulated Deficit Irrigation (RDI) throughout the vegetative cycle of the olive tree (*Olea Europaea* L.), in two cultivars under study, "Picual" and "Hojiblanca" in comparison with Full Irrigation, in an olive grove, with spontaneous cover crop, located in the municipality of Redondo, in the parish of Montoito.

We evaluated the vegetative growth, production, yield in fat, acidity levels, range of crop and sanitary conditions. Because one of the cultivars, "Hojiblanca", was dedicated to green consumption we also evaluated the weight and volume of the fruits.

The study began in June 2016, when the farmer already had one month of irrigation done. So, only in June we initiated the Regulated Deficit Irrigation (RDI) strategy, in comparison with the Full Irrigation (100% ETc), farmer irrigation.

We have not observed any significant changes in the vegetative growth between modalities, as well as the production level, income and acidity. In the cultivar "Hojiblanca", there was a slight difference in the fruit volume, being that the trees under RDI, in August have showed fruit with smaller volume than the tree under Full Irrigation, but in December this strategy have shoed fruits with superior volume, thanks perhaps to the autumnal rains.

In cultivar "Picual", the trees fruits that were subject to RDI showed smaller volumes, but however all the other parameters observed didn't show any significant difference.

Thus, the results have confirmed that it is possible for the farmer to save on irrigation water without affect olive tree production, fruit quality and the perenniality of the tree.

Keywords: *Olea Europaea*; Irrigation; Production; Income; Growth



## ÍNDICE

AGRADECIMENTOS.....	v
RESUMO .....	vii
ABSTRACT.....	ix
INDICE DE FIGURAS .....	xv
INDICE DE TABELAS .....	xvii
1. INTRODUÇÃO .....	1
2. ESTADO DE ARTE .....	3
2.1 Cultura da Oliveira.....	3
2.1.1 Origem .....	3
2.1.2 O Olival no mundo.....	3
2.1.3 O olival em Portugal .....	4
2.2 Necessidades edafoclimáticas da Oliveira.....	8
2.2.1 Clima .....	8
2.2.2 Solo.....	8
2.3 A escolha das Variedade de Oliveira a implantar.....	10
2.3.1 A Cultivar “Picual” .....	10
2.3.2 A Cultivar “Hojiblanca” .....	11
2.4 A rega.....	12
2.4.1 Sistemas de Rega .....	13
2.4.2 Gestão da Rega .....	13
2.4.3 Influência da rega na oliveira.....	14
2.4.3.1 Produção .....	14
2.4.3.2 Crescimento vegetativo.....	15
2.4.3.3 Crescimento do Fruto.....	15
2.4.3.4 Maturação do Fruto .....	16
2.4.4 Rega Deficitária .....	17
2.4.5 Rega Deficitária Controlada.....	18
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	21
3.1 Área de Estudo .....	21
3.1.1 Caracterização edafo climática.....	22
3.2 Delineamento, colheita e obtenção de dados .....	26
3.2.1 Técnicas Culturais .....	28
3.2.1.1 Solo .....	28
3.2.1.3 Fertilização.....	29

3.2.1.4	Rega.....	29
3.3	Cálculo da dotação de rega .....	31
3.4	Monitorização das variáveis estudadas .....	34
3.4.1	Variável do solo.....	34
3.4.1.1	Monitorização da humidade do solo.....	34
3.4.2	Variáveis da Planta.....	36
3.4.2.1	Metodologia para avaliar o potencial de base e xilémico – Câmara de pressão Scholander.....	36
3.4.2.2	Teor em Clorofila.....	37
3.4.2.3	Metodologia para avaliar o teor em clorofila – Medidor de Clorofila Digital....	38
3.4.2.4	Monitorização do crescimento vegetativo .....	38
3.4.2.5	Produção .....	40
3.4.3	Monitorização analítica .....	41
3.4.4	Monitorização dos parâmetros produtivos.....	42
3.4.4.1	Índice de maturação .....	42
3.4.4.2	Peso médio dos frutos .....	44
3.4.4.3	Volume médio dos frutos .....	44
3.4.4.4	Produção final .....	45
3.4.4.5	Carga das árvores.....	46
3.5	Análise estatística dos dados.....	47
4.	RESULTADOS/DISCUSSÃO .....	49
4.1	Resultados nas várias leituras .....	49
4.1.1	Tensão de humidade do solo.....	49
4.1.2	Leitura dos Potenciais de Base e Xilémicos .....	52
4.1.3	Leitura do Teor em clorofila .....	52
4.1.4	Resultados apurados no crescimento vegetativo.....	53
4.1.5	Produção .....	54
4.1.6	Evolução dos resultados dos parâmetros químicos e produtivos .....	55
4.1.6.1	Índice de Maturação.....	55
4.1.6.2	Percentagem de humidade .....	56
4.1.6.3	Acidez .....	57
4.1.6.4	Teor em Gordura na Matéria Seca .....	58
4.1.6.5	Teor de Gordura na matéria total (rendimento).....	59
4.1.6.6	Carga das Árvores .....	60
4.1.6.7	Peso dos frutos .....	60
4.1.6.8	Volume dos frutos.....	61



<b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>63</b>
<b>6. BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>65</b>



## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Superfície Oleícola na Bacia Mediterrânica (Oteros, 2014).	3
<b>Figura 2.</b> Evolução da Área Oleícola Mundial (FAOSTAT, 2017)	4
<b>Figura 3.</b> Principais produtores mundiais de azeitona em 2014 (FAOSTAT, 2017).	4
<b>Figura 4.</b> Evolução da Superfície Oleícola em Portugal (FAOSTAT, 2017)	5
<b>Figura 5.</b> Produção de Azeitona em Portugal (GPP, 2017).	6
<b>Figura 6.</b> Distribuição Regional da superfície de Olival para azeite em 2013 (GPP, 2017)	7
<b>Figura 7.</b> Distribuição Regional da superfície de olival para azeitona de mesa em 2013 (GPP, 2017)	7
<b>Figura 8.</b> Cultivar "Picual" (Provedo, 2017)	10
<b>Figura 9.</b> Cultivar "Hojiblanca" (Provedo, 2017)	11
<b>Figura 10.</b> Necessidades hídricas da oliveira ao longo do ciclo vegetativo, adaptado de (Fernandez, 2012)	18
<b>Figura 11.</b> Localização da exploração agrícola no território nacional	21
<b>Figura 12.</b> Campo de ensaio da cultivar "Picual"	22
<b>Figura 13.</b> Campo de ensaio da cultivar "Picual"	23
<b>Figura 14.</b> Campo de ensaio da cultivar "Hojiblanca"	24
<b>Figura 15.</b> Campo de ensaio da cultivar "Hojiblanca"	24
<b>Figura 16.</b> Diagrama ombrotérmico relativo aos dados de precipitação e temperatura média mensal da estação meteorológica mais próxima - Évora - para o período 1981 a 2010 (IPMA, 2017)	25
<b>Figura 17.</b> Diagrama ombrotérmico - Estação Meteorológica da Vigia, no ano de 2016 (COTR, 2017).	26
<b>Figura 18.</b> Diagrama ombrotérmico - Estação Meteorológica da Vigia, no ano de 2016, referente ao período do ensaio (COTR, 2017).	26
<b>Figura 19.</b> Esquema experimental	27
<b>Figura 20.</b> Pulverizador de Jato Transportado	28
<b>Figura 21.</b> Armadilha Sexual	28
<b>Figura 22.</b> Controlador de rega "Agronic 4000"	30
<b>Figura 23.</b> Interrupção da Rega	33
<b>Figura 24.</b> Instalação das sondas WaterMark	35
<b>Figura 25.</b> Exemplo de tabela de registo de leituras	35
<b>Figura 26.</b> Câmara de Pressão Scholander	36
<b>Figura 27.</b> Preparação dos ramos para medição do potencial hídrico	37
<b>Figura 28.</b> Medidor de Clorofila digital (Franganito, 2014)	38
<b>Figura 29.</b> LI-3100C Area Meter	39
<b>Figura 30.</b> Folha de registo de medições	39
<b>Figura 31.</b> Medições de area foliar do ramo	40
<b>Figura 32.</b> Medição de crescimentos	40
<b>Figura 33.</b> Paquímetro	44
<b>Figura 34.</b> Registo das medidas transversais e longitudinais dos frutos	45
<b>Figura 35.</b> Vibrador de tronco "LISAM"	45
<b>Figura 36.</b> Colheita dos frutos	46
<b>Figura 37.</b> Campo de ensaio "Hojiblanca" destruído	46
<b>Figura 38.</b> Tensão de humidade no solo na cultivar "Picual" em RDC	49
<b>Figura 39.</b> Tensão de humidade no solo na cultivar "Picual" em RCH	50
<b>Figura 40.</b> Tensão de humidade no solo na cultivar "Hojiblanca" em RDC	50
<b>Figura 41.</b> Tensão de humidade no solo na cultivar "Hojiblanca" em RCH	51

<b>Figura 42.</b> Evolução do Índice de Maturação dos Frutos (IM).....	56
<b>Figura 43.</b> Evolução da percentagem de humidade dos frutos .....	57
<b>Figura 44.</b> Evolução dos valores de percentagem de acidez .....	58
<b>Figura 45.</b> Evolução do teor de gordura na matéria seca.....	59
<b>Figura 46.</b> Evolução do teor de gordura na matéria total (rendimento) .....	60

## INDICE DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Distribuição da área de olival em 2013 (GPP, 2017) .....	6
<b>Tabela 2.</b> Características físico-químicas do solo no campo de ensaio da cultivar "Picual" .....	22
<b>Tabela 3.</b> Características físico-químicas do solo do campo de ensaio da cultivar "Hojiblanca" ....	23
<b>Tabela 4.</b> Médias semanais de ET <sub>0</sub> e Pe .....	31
<b>Tabela 5.</b> Coeficientes culturais mensais do Olival (Orgaz et al., 2001) .....	32
<b>Tabela 6.</b> Dotações médias diárias .....	34
<b>Tabela 7.</b> Parâmetros de leitura WaterMark .....	35
<b>Tabela 8.</b> Tabela de classes de azeitona .....	43
<b>Tabela 9.</b> Potenciais de base (análise de variância) .....	52
<b>Tabela 10.</b> Potenciais Xilémicos (análise de variância).....	52
<b>Tabela 11.</b> Teor de Clorofila (valores de referência) .....	53
<b>Tabela 12.</b> Teor de clorofila (análise de variância) .....	53
<b>Tabela 13.</b> Registo de medições e crescimentos médios da cultivar "Picual" .....	53
<b>Tabela 14.</b> Registo de medições e crescimentos médios da cultivar "Hojiblanca" .....	54
<b>Tabela 15.</b> Crecimentos médios (análise de variância).....	54
<b>Tabela 16.</b> Produção.....	55
<b>Tabela 17.</b> Índice de maturação (análise de variância) .....	56
<b>Tabela 18.</b> Percentagem de humidade (análise de variância) .....	57
<b>Tabela 19.</b> Percentagem de acidez (análise de variância).....	58
<b>Tabela 20.</b> Teor em Gordura na matéria seca (análise de variância) .....	59
<b>Tabela 21.</b> Carga média das árvores (nº de frutos) .....	60
<b>Tabela 22.</b> Peso médio de 50 frutos .....	61
<b>Tabela 23.</b> Volume médio dos frutos .....	61



## 1. INTRODUÇÃO

O Olival é uma cultura estratégica no desenvolvimento da agricultura portuguesa, representa um património genético de valor incalculável razão pela qual a fileira Oleícola tem vindo a ganhar dimensão em termos de estratégia nacional. A cultura do Olival encontra-se condicionada ao cumprimento de disposições que visam assegurar a estabilidade ao Olivicultor através da promoção de uma adequada regularidade na produção, bem como a constante melhoria da sua qualidade (DGADR, 2017).

Nos últimos anos a Olivicultura tem sido alvo de grandes mudanças, a que não serão alheias novas técnicas culturais como podas, fertilizações e regas, produção e/ou produção integrada, olivicultura biológica e em especial através da adoção de novos compassos de plantação, seja em olivais intensivos, com cerca de 300 árvores por hectare, seja em olivais super-intensivos (Olival em Sebe), com implantação de 1300 a 2500 Oliveiras por hectare. A evolução do Olival continua com a implantação de sistemas de rega, com a utilização de novas cultivares e o aparecimento de novas tecnologias, nomeadamente na mecanização da colheita, fator de produção com grande significado económico para o agricultor.

Por outro lado, o mercado Nacional e Mundial do azeite é cada vez mais competitivo obrigando à ponderação de todos os fatores que possam influenciar direta ou indiretamente a produção e qualidade do azeite.

Com o clima cada vez mais incerto e a ocorrência de um grande défice hídrico na Primavera e Verão, a implementação de rega nos Olivais tornou-se um facto de extrema importância para que os Olivicultores consigam colmatar a alternância de produção natural das Oliveiras e assegurar produções que tornem o seu Olival rentável.

Com a evolução tecnológica dos sistemas de rega e, no caso do Alentejo, com a criação do perímetro de rega do Alqueva, tem sido possível aumentar a área regada e com isso aumentar a área de Olival e o consequente aumento de produção de azeitona e azeite.

No entanto, dado que a rega, por um lado é uma fator de produção com grande significado no orçamento do agricultor e por outro a água, é um recurso escasso, e ainda tendo em conta que regar bem, não significa regar muito, estamos a evoluir para estratégias de Rega Deficitária, mantendo ou melhorando as quantidades produzidas, bem como acréscimos de qualidade dos frutos produzidos. Existem já alguns estudos nesse sentido, por exemplo, a Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro (UTAD), divulgou um estudo que conclui que a “Rega Deficitária do Olival é uma aposta a considerar no curto/médio prazo, com resultados positivos na produção e na qualidade do azeite, devido à escassez dos recursos hídricos e ao custo da água” (Silva, 2015).

Com o agravamento da escassez de água devido às modificações climáticas, uma das possíveis adaptações dos sistemas agrícolas de regadio é o recurso à Rega Deficitária Controlada (RDC).

Os objetivos deste estudo consistiram na avaliação do efeito da Rega Deficitária Controlada, num olival, situado no Alentejo, no conselho do Redondo, na exploração Agrícola Herdade Monte da Casa Alta, nos crescimentos, produção, qualidade e volume dos frutos em duas cultivares de Oliveira, “Picual” e “Hojiblanca”.

Trata-se de olival intensivo implantado em 4 fases, sendo a mais antiga de 2008 e a mais recente de 2012. As parcelas incluídas neste estudo foram implantadas em 2008 (Picual) e 2009 (Hojiblanca). O compasso usado é de 8mx5,5m, comportando cerca de 227 árvores/ha.

Para além da Introdução, este trabalho divide-se em quatro partes principais: Estado de Arte, Material e Métodos, Resultados/Discussão e Considerações finais.



## 2. ESTADO DE ARTE

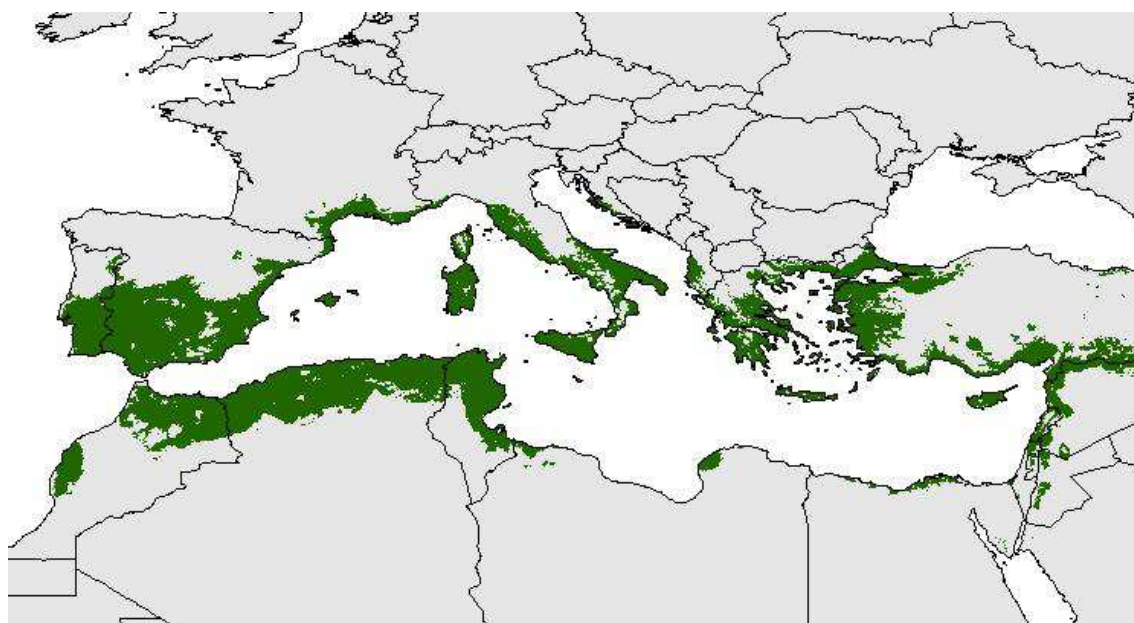
### 2.1 Cultura da Oliveira

#### 2.1.1 Origem

A oliveira (*Olea europaea* L.), cultura típica da agricultura mediterrânica, na sua forma primitiva, remonta à Era Terciária e situa-se, segundo a opinião de vários autores, na Ásia Menor, provavelmente na Síria ou Palestina, região onde foram descobertos vestígios de instalações de produção de Azeite e fragmentos de vasos datados do início da idade do Bronze. Segundo (Civantos, 2004), a oliveira é originária da região geográfica que ocupa desde o Sul do Cáucaso até aos planaltos do Irão, Palestina e a zona costeira da Síria e estendeu-se por Chipre até a Anatólia, e de Creta até ao Egipto, até povoar todos os países da Bacia Mediterrânea (figura 1).

A cultura da oliveira encontra-se entre as latitudes 30° e 45°, tanto no Hemisfério Norte como no Hemisfério Sul, em regiões de clima mediterrânico, caracterizadas por Verões secos e quentes. No entanto, no Hemisfério Sul o olival está também presente em latitudes mais tropicais com clima modificado pela altitude (Civantos, 2004).

Cerca de 95% da superfície Oleícola Mundial está concentrada na Bacia Mediterrânica, sendo, por isso, uma cultura de grande importância nos países da Bacia Mediterrânica pelo seu valor económico, social e ambiental (Casa do Azeite, 2017).



**Figura 1.** Superfície Oleícola na Bacia Mediterrânica (Oteros, 2014).

#### 2.1.2 O Olival no mundo

A nível mundial, cerca de 10 milhões de hectares destinam-se exclusivamente ao cultivo de, aproximadamente, 1 000 milhões de oliveiras e 95% situa-se na bacia mediterrânica (Civantos, 2008). A área Oleícola mundial tem vindo a crescer de forma exponencial nos últimos 20 anos, sendo que em 1995 apresentava uma área de cerca de 7 000 000 de hectares e atualmente ronda os 10 000 000 de hectares (figura 2). De entre os países Mediterrânicos produtores de azeite, destacam-se por ordem decrescente Espanha (34%), Itália (14%), Grécia (13%), Turquia (13%), Marrocos (12%), Argélia (4%), Portugal (3%), Síria (3%), Tunísia (3%), e Jordânia (1%) (figura 3).

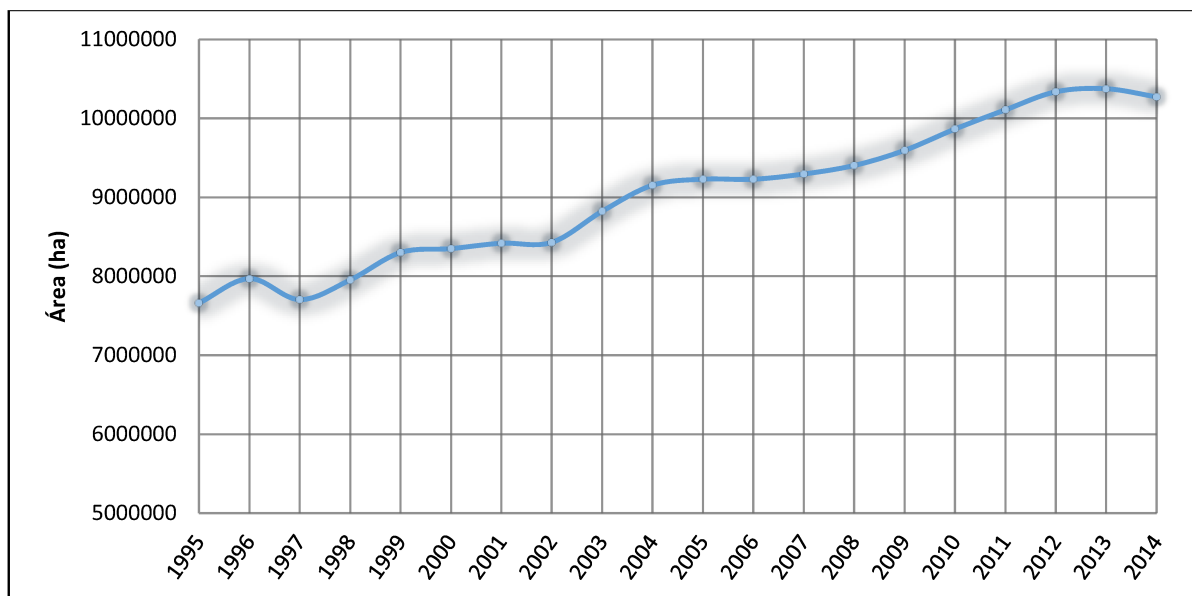


Figura 2. Evolução da Área Oleícola Mundial (FAOSTAT, 2017)

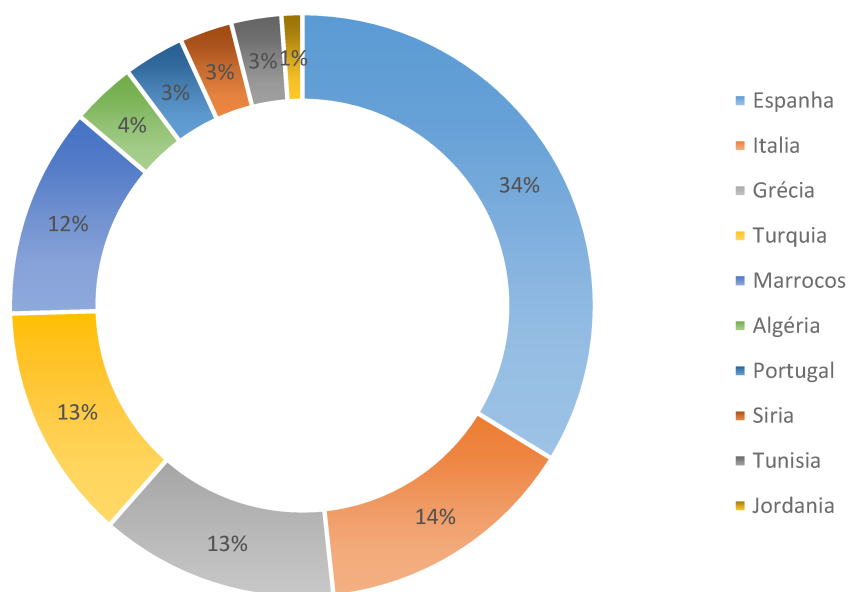
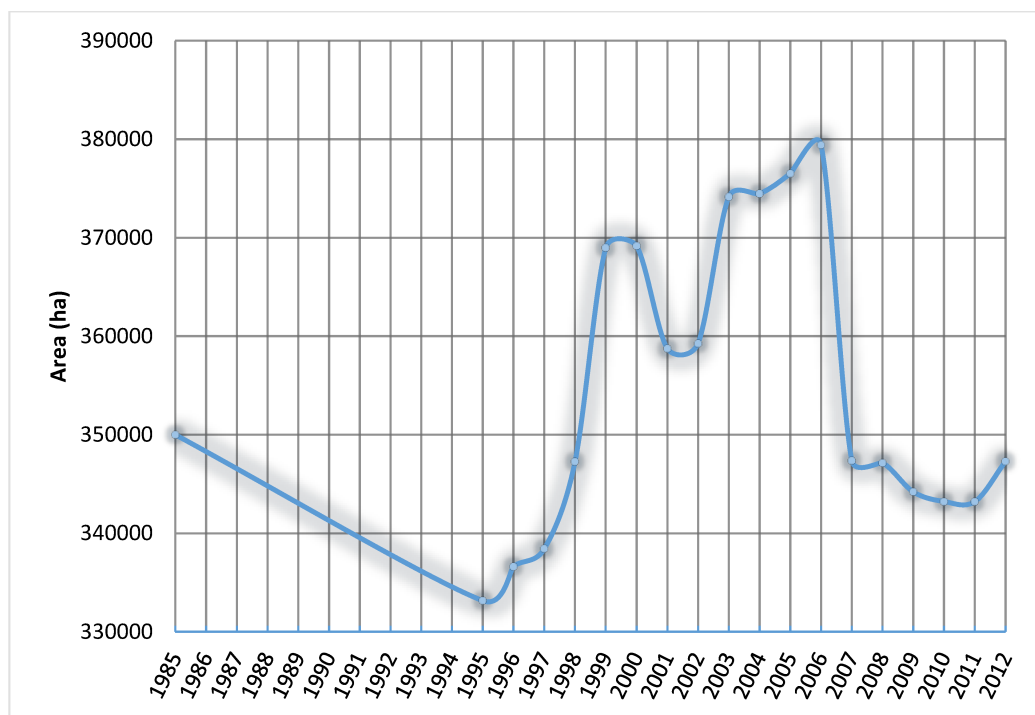


Figura 3. Principais produtores mundiais de azeitona em 2014 (FAOSTAT, 2017).

### 2.1.3 O olival em Portugal

Em Portugal, encontram-se vestígios de um passado muito remoto da família das Oleáceas, do género *Olea*, e nalguns casos da própria Oliveira. No entanto, nos primórdios da nação Portuguesa, as referências à cultura da Oliveira e ao fabrico do azeite são raras, embora apareçam algumas em determinados forais. Só no final do século XIV é que a cultura da oliveira, o consumo corrente e a exportação de azeite ganhou envergadura, se vulgarizou e estabeleceu. Durante o século XIX, o azeite conheceu momentos de mudança e novos rumos. Nesta época, os azeites virgens e de baixa acidez eram considerados os de maior qualidade. Entre o final do século XIX e princípios do século XX, o património nacional de olival aumentou de 200 000 para 570 000 hectares (Gouveia et al., 2002).

Durante o século XX, tal como ocorreu noutros países a área de olival, em Portugal, evoluiu ao longo dos anos. Assim, em 1954 o património oleícola era composto por 570 000 ha de oliveiras, repartidos por quase todo o território nacional, exceto em certas zonas costeiras ou de maior altitude. O êxodo rural em simultâneo com o desenvolvimento industrial e a redução consecutiva da mão-de-obra da olivicultura originou, a partir dos anos 60, um declínio progressivo da produção oleícola de tal forma que em 1995 a superfície oleícola rondava os 330 000 ha (FAOSTAT, 2017). Finalmente, na viragem do século XXI, Portugal começou a dispor de ajudas comunitárias e em 2003 o Ministério da Agricultura adotou uma série de medidas com vista a encorajar os agricultores a reconverter os olivais existentes e a plantar mais 30 000 ha de olival autorizados pela União Europeia e a produzir 51 000 toneladas de azeite. A partir de 2005/2006 (Figura 4), Portugal assiste a um acréscimo significativo da área cultivada, devido aos investimentos (particularmente espanhóis) em novos olivais sobretudo intensivos e em sebe. Em 2006, a superfície oleícola era já de cerca de 380 000 ha (FAOSTAT, 2017). Estas novas plantações, principalmente na zona de influência da Barragem do Alqueva, vieram confirmar as potencialidades edafoclimáticas e socioeconómicas do nosso país em relação a esta cultura, incentivando à modernização e expansão do sector.



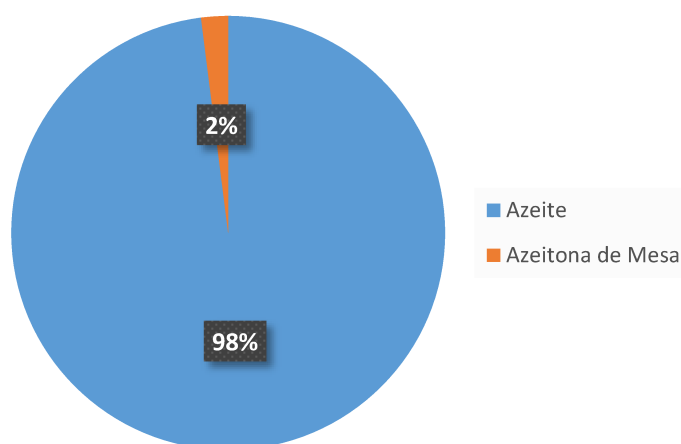
**Figura 4.** Evolução da Superfície Oleícola em Portugal (FAOSTAT, 2017)

A cultura da oliveira encontra-se distribuída por todas as regiões agrárias do Continente português (tabela 1) e o ocupa cerca de 350 000ha. Destacam-se o Alentejo (48%) e Norte (23%) como principais regiões produtoras, com supremacia do Alentejo em termos de área, com quase metade da área implantada.

**Tabela 1.** Distribuição da área de olival em 2013 (GPP, 2017)

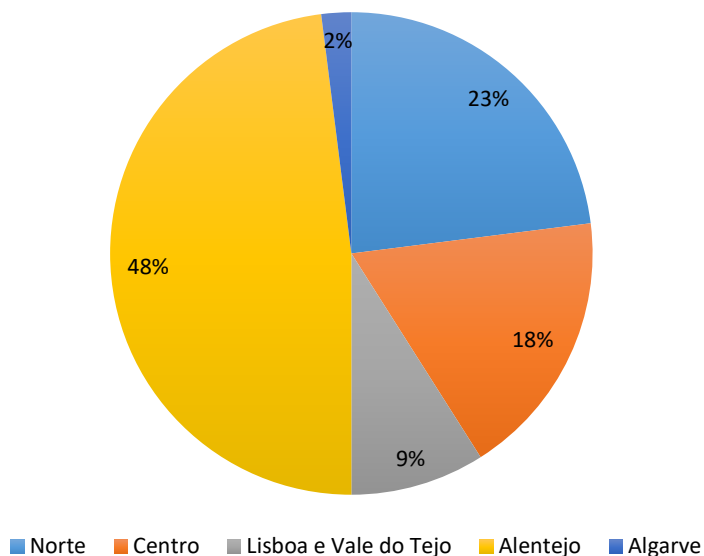
Regiões	Área Total (ha)	Área de Olival para azeite (ha)	Área de Olival para azeitona de mesa (ha)
Portugal	340 284	335 050	5 234
Norte	77 756	74 673	3 083
Centro	58 283	58 007	275
Lisboa e Vale do Tejo	30 613	30 554	59
Alentejo	165 092	163 510	1 582
Algarve	8 540	8 306	235

A vocação dominante do Olival Português é a produção de azeite, com cerca de 98% do total de azeitona produzida sendo apenas 2%, canalizada para a produção de azeitona de mesa (figura 5).

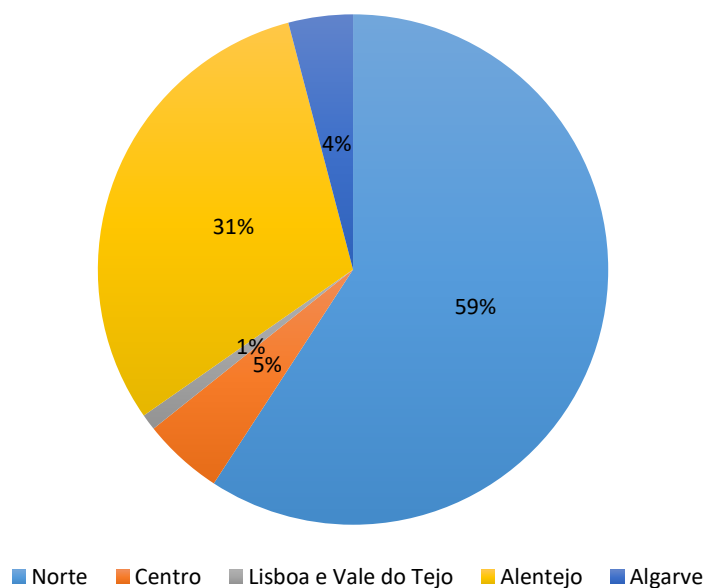


**Figura 5.** Produção de Azeitona em Portugal (GPP, 2017).

Enquanto no Olival para azeite domina o Alentejo (48%), no que se refere ao olival para azeitona de mesa a região Norte é a principal produtora (figuras 6 e 7) (GPP, 2017).



**Figura 6.** Distribuição Regional da superfície de Olival para azeite em 2013 (GPP, 2017)



**Figura 7.** Distribuição Regional da superfície de olival para azeitona de mesa em 2013 (GPP, 2017)

Em Portugal, a oliveira apresenta-se como uma das principais culturas e, em particular no Alentejo, a sua área e produção tem vindo a aumentar na última década. Este aspeto deve-se às grandes mudanças que o setor olivícola tem sofrido relacionadas com aspetos culturais, como a adoção de novos compassos de plantação, da utilização de novas cultivares e do aparecimento de máquinas de colheita mecânica e a implementação de rega.

Associado a esta modernização do setor olivícola, ao olival tradicional sucedeu-se o olival intensivo e, por sua vez, a este o olival super-intensivo, também designado com olival em sebe. Este ultimo ganhou grande importância nas últimas décadas devido ao aumento do consumo mundial de azeite e das ajudas da União Europeia ao sector. Dado que a sua

colheita é totalmente mecanizada, o olival em sebe surgiu com o objetivo de diminuir os custos e o tempo associados à colheita da azeitona nos olivais tradicionais e intensivos. Este olival tem ainda vantagens, designadamente:

- Entrada precoce em produção
- Menor alternância
- Elevadas produções
- Rápido retorno económico

No entanto, há que ter em consideração que o investimento inicial é muito elevado e que o futuro do olival em sebe é ainda desconhecido. Os olivais mais antigos que se conhecem explorados neste sistema raramente ultrapassam os vinte anos de idade (Azeite do Alentejo, 2017).

## **2.2 Necessidades edafoclimáticas da Oliveira**

### **2.2.1 Clima**

A oliveira é própria de climas mediterrânicos caracterizados por Invernos suaves e Verões longos, quentes e secos. Requer intensidades elevadas de luz para que ocorra a diferenciação floral e o desenvolvimento dos novos lançamentos. Com os frios progressivos de Outono, a oliveira entra em repouso vegetativo, sendo resistente a temperaturas inferiores a 0 °C. No estado repouso, temperaturas compreendidas entre 0 °C e -5 °C causam pequenas feridas em rebentos jovens, sendo porta de entrada a pragas e doenças. Temperaturas entre -5 °C e -10 °C podem causar danos maiores em rebentos jovens, podendo ocasionalmente provocar a morte. Temperaturas inferiores a -10 °C causam a morte a ramos de grande tamanho e inclusive de toda a parte aérea (Navarro, et al., 2004). Temperaturas inferiores a 0 °C, durante o período de crescimento e amadurecimento do fruto, danifica-o reduzindo a produção e a qualidade do azeite obtido. Temperaturas ligeiramente superiores a 0 °C, podem afetar a floração provocando uma formação incompleta da flor. Os danos serão tanto menores quanto menor for a duração das baixas temperaturas e menor for a descida brusca das mesmas. Não se devem plantar olivais em zonas onde existem com frequência baixas temperaturas durante o ciclo vegetativo.

A temperatura ótima para o processo fotossintético e o crescimento da oliveira situa-se entre os 15°C e os 30°C. Acima dos 35°C começa a ser inibida a fotossíntese, embora a 40°C ainda se alcancem elevadas taxas de fotossíntese (Navarro et al., 2004).

### **2.2.2 Solo**

As principais características físicas do solo que afetam o desenvolvimento das raízes e o crescimento das árvores são a textura, as condições de arejamento e a profundidade efetiva. A erosão do solo poderá ser um problema para esta cultura.

Considera-se adequada uma textura com uma relação (Argila+Limo)/Areia próxima da unidade (Navarro et al., 2004). Os elementos grosseiros reduzem a capacidade de retenção de água e nutrientes. Mas por outro lado, uma cobertura abundante de pedras proporciona uma eficaz proteção contra o impacto da chuva, reduz o escoamento superficial e a erosão e ajuda ainda a conservar a humidade no solo uma vez que diminui a evaporação. Em solos declivosos com potencial

escorrimento e erosão elevada, o melhor que se pode fazer com um solo pedregoso é mantê-lo coberto com pedras e sem mobilização. Pelo contrário num solo plano a despedrega pode tornar-se favorável à produção do olival (Navarro et al., 2004).

A oliveira é considerada uma espécie sensível à asfixia radicular. A falta de arejamento está associada quase sempre ao encharcamento do solo (Rosa et al., 2006). A suscetibilidade da oliveira ao encharcamento acentua-se quando a árvore está em crescimento ativo. Nas condições de clima mediterrânico o encharcamento do solo não tende a ser um problema generalizado para o olival, uma vez que se limitam ao Inverno e início da Primavera e apenas nos terrenos onde se acumula a água de escoamento superficial. Desta forma um bom sistema de drenagem dos solos é essencial.

A profundidade efetiva é uma das propriedades do solo mais importante uma vez que determina o volume máximo de solo para extrair água e nutrientes (Navarro et al., 2004).

As características químicas do solo que devem ser consideradas antes da plantação do olival são o pH, salinidade, excesso de sódio e a possível toxicidade por boro e cloro, e as disponibilidades em nutrientes (Navarro et al., 2004). A oliveira vegeta bem em solos com pH entre 6,5 e 7,5 (Rosa et al., 2006).

Em solos com concentrações elevadas de sais solúveis as plantas têm dificuldade em absorver a água do solo e podem ficar danificadas por toxicidade de iões específicos. Solos com elevada proporção de sódio em relação ao cálcio e ao magnésio, tanto na solução do solo como no complexo de troca, são pouco adequados às oliveiras (Félix Peneda, 2009). Nestes solos existe um duplo problema, por um lado as partículas de argila encontram-se em estado disperso, o que faz com que a condição física do solo seja muito desfavorável, por outro lado a excessiva proporção de sódio na dissolução do solo produz desequilíbrios nutritivos e/ou efeitos tóxicos sobre as plantas. A sodicidade do solo expressa-se em percentagem de sódio de troca (ST). Um solo é considerado tóxico, quando possui características químicas que podem prejudicar o desenvolvimento radicular e sua capacidade de absorção, quando apresenta um PSI > 15%. (Félix Peneda, 2009) Segundo Navarro & Parra, (2004), o crescimento e a produção reduzem-se aproximadamente 25% para valores de PSI de 20 a 40%.

O boro e o cloro são elementos essenciais para o crescimento das árvores que se requerem em quantidades muito pequenas. O excesso de qualquer um destes micronutrientes pode produzir uma toxicidade tal que impeça o normal desenvolvimento das árvores. Embora existam poucos dados relativamente à tolerância da oliveira a estes elementos, estima-se que, associada a uma redução de 10% do crescimento, a tolerância da oliveira ao cloro, avaliada pela concentração de cloro no extracto saturado do solo, oscila entre 10 e 15 mmol/l, e aproximadamente 2 ppm de boro (Navarro et al., 2004).



### 2.3 A escolha das Variedade de Oliveira a implantar

É necessário conhecer as características das cultivares a implantar de forma a escolher as que se adequam aos objetivos de mercado a alcançar e à rentabilidade do novo olival. A implantação de mais de uma cultivar, com datas de colheita previsivelmente diferentes, torna-se vantajosa, pois permite um escalonamento da colheita de forma a obter frutos na plenitude da sua qualidade. Permite ainda a eficiência na utilização da maquinaria e mão-de-obra disponível.

A orientação das linhas do olival deve aproximar-se da perpendicular aos ventos dominantes para facilitar a polinização cruzada, necessária a todas as cultivares, respeitando dentro do possível a orientação Norte-Sul para conseguir a melhor iluminação possível. As cultivares escolhidas devem ter épocas de floração próximas para que a polinização seja possível e épocas de maturação não coincidentes para permitir o escalonamento da colheita (Navarro et al., 2004).

Em Portugal cultivam-se inúmeras variedades, sendo que neste trabalho apenas se apresentam algumas das características das cultivares em estudo e existentes na exploração, a cultivar “Picual” e a cultivar “Hojiblanca”.

#### 2.3.1 A Cultivar “Picual”

A cultivar “Picual” (figura 8) é a principal cultivar espanhola, de elevada produtividade, e com fraca difusão em Portugal (Leitão, et al., 1986). É uma variedade muito apreciada pela sua rápida entrada em produção, elevada produtividade, elevado rendimento em azeite e facilidade de cultivo. Produz azeite de qualidade média, mas de grande estabilidade e com elevado conteúdo em ácido oleico (78,93%) (Guillén et al., 1992; Guerrero, 1997; Barranco, 2004), e baixo em ácido linoleico (Leitão et al., 1986). É tolerante à tuberculose (Leitão et al., 1986; Guerrero, 1997; Barranco, 2004), mas muito suscetível ao Algodão e Verticilose (Herrera, et al., 1999; Barranco, 2004). É ainda suscetível à Mosca da Azeitona, ao Olho de Pavão, Cochonilha e Traça (Leitão et al., 1986; Guerrero, 1997).



**Figura 8.** Cultivar "Picual" (Provedo, 2017)



As árvores desta variedade têm porte médio, possuem média a boa capacidade de propagação por estaca herbácea ou lenhosa e apresentam baixa resistência do fruto ao desprendimento (Leitão et al., 1986; Guillén et al., 1992; Guerrero, 1997), mas queda reduzida o que a torna apropriada à colheita mecânica por vibração.

O fruto é de tamanho médio, elipsoidal, forma apical arredondada, vértice saliente, forma basal arredondada, de cor avermelhado na viragem e negro na maturação. O fruto normalmente não é utilizado para conserva (Leitão et al., 1986).

### 2.3.2 A Cultivar “Hojiblanca”

O nome desta Cultivar vem da cor da sua folha que confere claridade à árvore, um aspeto prateado à distância, principalmente aos primeiros raios de sol da manhã, por isso mesmo ela é conhecida, na Andaluzia como azeitona Luentina (Azeites de Espanha, 2017).

A sua área de influência estende-se pela Andaluzia, mais especificamente na região de Sevilha, ao sul de Córdoba e todo o norte de Málaga. É usada tanto para azeitona de mesa (polpa de textura firme), como também para a produção de azeite (Azeites de Espanha, 2017).

A oliveira “Hojiblanca” (figura 9) apresenta um vigor médio a bom, com ramos largos e frutíferos, algo pendentes. As copas mantêm uma densidade média e uma superfície regular e se caracterizam com a cor cinzenta a verde-claro. Suporta bem o frio e adapta-se perfeitamente a solos calcários (Azeites de Espanha, 2017).



**Figura 9.** Cultivar "Hojiblanca" (Provedo, 2017)

A azeitona é de tamanho grande, chegando a alcançar o peso médio de 4,8g. Apresenta uma forma esférica com uma relação polpa/carão grande. Tem baixo rendimento em gordura, cerca de 17%, contudo o azeite é de muito boa qualidade, como fruto de mesa é muito apreciada pelo seu grande calibre, sabor agradável e textura firme (Azeites de Espanha, 2017). A floração ocorre nas primeiras semanas

de Maio, tendo a sua plenitude no início da segunda semana. É de maturação rápida (cerca de 28 dias), precoce e apresenta resistência ao desprendimento, mesmo madura, o que torna a colheita difícil (Azeites de Espanha, 2017).

O azeite da azeitona “Hojiblanca”, do ponto vista físico-químico apresenta uma composição em ácido oleico muito equilibrado (76,1%). A sua composição é ideal do ponto vista alimentar (Azeites de Espanha, 2017).

Relativamente à oxidação a estabilidade não é muito elevada e recomenda-se manter estes azeites longe da luz e da excessiva oxigenação durante o armazenamento. Do ponto de vista organolético, apresenta uma imensa gama de sabores, mas pode-se destacar como valor médio os atributos de doçura ao início da classificação, um aroma a erva fresca e levemente picante na garganta, a que se junta uma sensação amendoada no final (Azeites de Espanha, 2017).

## 2.4 A rega

Uma das características do nosso clima Mediterrânico é a distribuição desigual do regime de precipitações tanto intra-anual como inter-anual. Este problema tende a agravar-se no futuro, com o clima cada vez mais incerto decorrentes das modificações climáticas.

Desde cedo que a oliveira é considerada uma árvore resistente à seca, crescendo em condições muito limitantes em termos de água, justificando a sua presença em solos marginais e nas zonas mais secas do clima mediterrânico, que não permitem o desenvolvimento de nenhuma outra cultura. Esta grande resistência ao *stress* hídrico deve-se ao facto de a oliveira dispor de mecanismos de regulação estomática que lhe permitem diminuir o seu potencial hídrico foliar a valores muito baixos, o que lhe permite captar água do solo abaixo do coeficiente de emurchecimento (Fereres Castiel, 2005).

Para fazer frente à limitação de água, a técnica cultural era:

- Amplos compassos de plantação
- Mobilização do solo

Os grandes compassos de plantação tinham como finalidade o desenvolvimento de um volume de raízes suficiente para cobrir as necessidades de água da cultura. Com a mobilização do solo, o agricultor tentava beneficiar de uma menor competição pela água, reduzindo o consumo de água por parte da vegetação espontâneas (Martinez Raya et al., 2007).

Embora a oliveira se tenha cultivado tradicionalmente em sequeiro na maioria das regiões da bacia mediterrânica, a oliveira responde muito favoravelmente à rega, em especial quando esta se faz em momentos críticos ou em anos de baixa precipitação (Pastor, et al., 1998). Assim, para poder competir com as produtividades alcançadas pelos novos olivais de cultivares autóctones, preservando a biodiversidade e as características do azeite local, alguns dos tradicionais olivais de sequeiro foram sendo convertidos em regadio (Ramos, 2010).

Como sucede habitualmente nos progressos da agricultura, a eliminação de um fator limitante não produz, por si só, o progresso esperado. Assim sendo, no caso da rega, a mudança de um olival de sequeiro para regadio ou a implementação de um novo olival regado, deve ser acompanhada de uma modificação do tamanho da copa das árvores bem como de um programa de fertilização, a fim de otimizar a água de rega aplicada (Fereres Castiel, 2005).

A implementação de rega nos olivais, tornou-se muito importante para que os olivicultores consigam assegurar as produções e consequentemente tornem o seu olival rentável. No caso do Alentejo, com a criação do perímetro de rega de Alqueva, tem sido possível aumentar a área regada e com isso aumentar a produção nacional de azeite. A rega não só aumenta a produção dos olivais como a torna mais estável ao longo dos anos, contribuindo para uma diminuição na alternância da produção, característica da oliveira. Apesar do aumento da disponibilidade hídrica para as culturas não só durante o período estival mas, ao longo de todo o ano, a questão das modificações climáticas é uma realidade a ter em conta o que faz com que a gestão da rega deva ser cada vez mais orientada para o uso eficiente, racional e sustentado da água. Assim, rega deficitária é uma possível estratégia de controlar (reduzir) o seu consumo que, sem afetar a perenidade da oliveira, poderá até influenciar positivamente a produção e a qualidade do azeite. (Silva, 2015).

#### **2.4.1 Sistemas de Rega**

O sistema de rega mais utilizado na cultura da oliveira é o sistema de rega localizada por gota-a-gota. O sistema de rega gota-a-gota pode ser subterrâneo ou estar instalado à superfície. Os sistemas subterrâneos apresentam uma maior eficiência pois não ocorre perda de água por evaporação, sendo porém a sua manutenção e gestão mais complexa.

Os sistemas de rega de baixa frequência (aspersão ou rega no pé) estão em desuso no olival, já que estes não se adaptam à estrutura da cultura (solos com declive, grandes elevações desde a fonte de água), nem são compatíveis com o custo real da água. Um ensaio realizado, mostrou que com o sistema de rega gota-a-gota se aplicou menos 55% de água em comparação com o sistema por aspersão e se conseguiu um aumento de produção de 8% (Orgaz Rósua et al., 2005).

#### **2.4.2 Gestão da Rega**

A evapotranspiração de uma cultura,  $ET_c$ , é uma das principais informações exigidas para o manuseamento da rega e para fins de planeamento do uso da água, pois este valor nos dá a indicação da água que a cultura perde por evaporação de água do solo e por transpiração da planta. Uma cultura está em conforto hídrico quando lhe é fornecida a totalidade da água que esta perde ou seja é necessário fornecer 100% da  $ET_c$ .

É a soma dos componentes, de evaporação (solo) e transpiração (planta), e a sua definição é de fundamental importância, pois define o consumo de água pelas plantas, e por consequência a lâmina de irrigação a ser aplicada pelo sistema de rega.

Sendo a água um recurso cada vez mais escasso e a rega um fator de produção com um peso bastante significativo no orçamento do agricultor, é necessário que a rega seja o mais eficiente possível. Assim para uma gestão eficiente da rega é essencial saber quando, quanto e como regar. Para tal deve-se determinar a Evapotranspiração máxima da cultura ( $ET_c$ ). Sendo a  $ET_c$  o somatório da quantidade de água transpirada pela planta ( $T$ ) e da que se perde por evaporação desde a superfície do solo ( $E$ ) (Orgaz Rósua et al., 2005).

$$ET_c = T + E$$

Para que a rega seja eficiente, deve-se dotar o solo de toda a água que a cultura perde para a atmosfera. Para calcular as necessidades de água de rega num olival, deve-se aplicar a equação de Penman-Monteith – FAO.

Assim, a evapotranspiração cultural é determinada através da multiplicação da evapotranspiração de referência ( $ETo$ ) e um coeficiente da cultura ( $Kc$ ), método padrão FAO.

$$ETc = ETo \times Kc$$

Sendo  $ETo$  a evapotranspiração de referência e o  $Kc$  o Coeficiente cultural

A evapotranspiração de referência quantifica a água evaporada para a atmosfera e corresponde à de um coberto de gramíneas com uma altura de 8 a 10 cm que cresce sem limitações de água e nutrientes no solo e sem incidência de pragas e doenças (Orgaz et al., 2008). Obtêm-se  $ETo$  a partir de dados climáticos de uma estação meteorológica próxima da cultura.

A quantidade de água perdida por evapotranspiração num olival é influenciada por três variáveis (Orgaz Rósua et al., 2005):

- Transpiração da cultura ( $Kt$ ), que depende do seu tamanho e época do ano;
- Evaporação desde a superfície do solo ( $Ks$ ), depende da energia disponível e da humidade;
- Evaporação que em rega localizada se produz desde a superfície do solo humedecida pelos gotejadores ( $Kg$ ) e que depende do seu nível de exposição ao sol, do tamanho dos bolbos e da frequência das regas;

Todos estes fatores estão incluídos no coeficiente cultural ( $Kc$ ), tornando este parâmetro bastante variável ao longo do ano e conforme localização geográfica do Olival.

Um grupo de trabalho do Instituto de Agricultura Sustentável de Córdoba, definiu um método para o cálculo da  $ETc$  do Olival. (CSIC, 2017). Este método divide o coeficiente cultural ( $Kc$ ) em três componentes, que correspondem a cada um dos parâmetros acima descritos:

- $Kc = Kt + Ks + Kg$

Assim sendo a evapotranspiração do olival é definida pela seguinte expressão:

- $ETc = (Kt + Ks + Kg) \times ETo$

De acordo com CSIC, 2017, existem tabelas disponíveis com os coeficientes culturais ( $Kc$ ), conforme altura do ano e localização aproximada do olival.

### **2.4.3 Influência da rega na oliveira**

#### **2.4.3.1 Produção**

A oliveira é uma espécie onde o fator de alternância de produção tem forte incidência. Assim diz-se que há anos de safra e de contra safra. Anos de safra são aqueles em que as produções são maiores e anos de contra safra os anos em que a produção tem uma queda significativa.

Em olivais de baixa densidade, com compassos maiores, estas diferenças de produção podem ser bastante significativas da ordem dos 50% (Moriani Raya et al., 2007), ou mesmo chegar a 90% (Ramos et al., 2010).

A produção avaliada em árvores da cultivar “Kalamata” foi positivamente afetada pela rega, sendo que volumes de rega na ordem dos 66% da ETc mostraram um aumento significativo da produção, comparativamente a volumes de 0 e 33% da ETc. No entanto, ao aplicar 100% da ETc, o olival em causa apresentou valores de produção equivalentes aos obtidos para 66% da ETc e só reagiu à aplicação de 33% da ETc em anos muito secos (Patumi et al., 2002).

Igualmente, num estudo num olival tradicional da cultivar “Cornicabra” realizado em Ciudad Real, constatou-se que a produção de árvores em sequeiro foi 35% inferior à de árvores em diferentes regimes de regadio (rega deficitária, 100% da ETc e 125% da ETc), entre os quais não se encontrou diferenças significativas (Gómez-Rico et al., 2007)

#### **2.4.3.2 Crescimento vegetativo**

Em regadio, além de um maior crescimento dos ramos, produz-se um maior número de ramos, pelo que as árvores acabam por ter maior vigor do que em sequeiro, adquirindo maior capacidade produtiva. Por esta razão, as árvores regadas são capazes de produzir maior número de inflorescências, e consequentemente um maior número de frutos vingados por oliveira, sendo esta a primeira base para explicar a maior produção em regadio (Pastor Muñoz-Cobo, 2005).

No ano de 1997, num olival intensivo de sequeiro, verificou-se que a redução do crescimento dos ramos anuais foi de 81%, em relação ao mesmo olival em regadio (Palese et al., 2010). O mesmo autor, no ano 1999, verificou que a redução no crescimento dos ramos anuais foi apenas 17%. Esta diferença deveu-se ao facto de na Primavera e Verão de 1999 o solo ter armazenado uma maior quantidade de água. No mesmo estudo foi possível verificar que a evolução do crescimento era distinta entre modalidades. No caso das árvores de sequeiro o crescimento dos ramos terminou quando começou a ocorrer o endurecimento do caroço, enquanto que nas árvores em regadio houve apenas uma interrupção nessa fase voltando a verificar-se um ligeiro crescimento posteriormente.

#### **2.4.3.3 Crescimento do Fruto**

No mesmo meio produtivo o mesocarpo (polpa) de frutos de regadio é maior que o de frutos produzidos em sequeiro (Pastor Muñoz-Cobo, 2005), para um determinado número de frutos vingados por oliveira, a aplicação de água é capaz de aumentar o tamanho médio da azeitona e por conseguinte a sua produção (Pastor Muñoz-Cobo, 2005).

Embora se deva evitar que a oliveira sofra um *deficit* hídrico, em qualquer momento do seu ciclo vegetativo por largos períodos de tempo, parece que é no Verão a altura de maior sensibilidade. No Verão e depois do endurecimento do endocarpo, pode reduzir-se a dose de rega (aplicar entre 50 - 60% da ETc) sem que chegue a afetar-se a produção, mas nunca interromper a rega, a não ser que se possa afirmar que a reserva de água no solo é suficiente para manter um estado hídrico aceitável (Pastor Muñoz-Cobo, 2005).

Palese et al. (2010) não verificaram diferenças significativas no peso dos frutos entre árvores regadas e não regadas. Observou-se o mesmo em árvores sujeitas a diferentes regimes hídricos, concluindo que as diferenças significativas na produção se deviam ao diferente número de frutos por árvore (Correa-Tedesco et al., 2010).

#### 2.4.3.4 Maturação do Fruto

A maturação na oliveira define-se como o conjunto de modificações relativas à dureza, cor, teor de açúcares e ácidos orgânicos e fatores gustativos que tornam a azeitona comestível (Beltrán et al., 2008). A duração do período de maturação é variável, consoante as condições ambientais, carga da árvore e cultivar (Humanes et al., 1980).

A maturação ótima da azeitona implica os máximos valores de peso fresco, de teor em gordura sobre a matéria seca, de matéria seca e de peso de azeite por azeitona, entre outros. A acumulação de azeite na polpa da azeitona é máxima pouco antes de a azeitona passar de verde a verde amarelada. A partir deste momento e durante o restante período de maturação, a azeitona vai perdendo humidade e a velocidade de formação de azeite diminui de forma progressiva, até que se detém quando a azeitona se torna totalmente negra (Hermoso et al., 1997).

O período de maturação da azeitona, inicia-se com a sua mudança de cor, é um momento muito crítico para a oliveira, em que as necessidades de água são máximas (Pastor Muñoz-Cobo, 2005). É muito importante que durante o período de maturação as árvores apresentem um estado hídrico adequado, para que além do enchimento do fruto se possam acumular reservas para o ano seguinte (Pastor Muñoz-Cobo, 2005).

O efeito da rega na quantidade de azeite produzido por árvore mostra valores muito diferentes em diversos trabalhos já realizados. O trabalho realizado por Silvestri et al. (1999) mostrou que nos dois primeiros anos do seu trabalho as azeitonas de árvores em sequeiro continham um maior rendimento em azeite enquanto no terceiro ano foram as árvores em regadio a ter um rendimento maior. Noutros estudos verificou-se que maiores volumes de rega induziram azeitonas com menor rendimento em azeite (Grattan et al., 2006) (Iniesta et al., 2009). Outros autores não encontraram diferenças significativas de rendimento em árvores regadas e em sequeiro (Patumi et al., 2002) (Gómez-Rico et al., 2007).

Segundo (Ramos et al., 2010), o índice de maturação tende a diminuir com o aumento da aplicação de água, ou seja, as azeitonas provenientes de sequeiro ou de regas deficitárias amadurecem mais cedo do que as em regadio. No entanto, Gómez-Rico et al., (2007) observaram uma tendência oposta. Por sua vez (Iniesta et al., 2009) observaram a mesma tendência que (Gómez-Rico et al., 2007) em dois dos três anos do seu estudo e o contrário no outro ano.

#### 2.4.4 Rega Deficitária

Para fazer face à escassez de água, apresenta-se como uma ferramenta importante para atingir a meta da redução do uso de água pela rega e aumentar a eficiência do uso da água.

A gestão da rega numa condição de crescente escassez de água, como a apontada pelos cenários de mudança global expectáveis, terá de ser realizada de forma mais eficiente, visando economizar recursos, reduzir impactos sobre estes e maximizar a produtividade das culturas regadas.

Como a maioria das vezes o agricultor não tem disponível a quantidade de água para rega necessária para o seu olival ou o custo de rega é demasiado elevado, é necessário recorrer a estratégias de rega deficitária (RD), definida como a aplicação de água abaixo das necessidades totais da cultura representadas pela evapotranspiração cultural (ET<sub>c</sub>).

Estas estratégias de rega têm como principal objetivo maximizar o benefício por unidade de água aplicada, evitando que a oliveira sofra de um défice hídrico severo e prolongado, o que afetaria a produção de assimilados e consequentemente o vingamento e crescimento dos frutos. A rega deficitária (RD) é considerada essencial para uma olivicultura sustentável (Fernandes et al., 2014). Para tal é necessário conhecer o ciclo vegetativo da oliveira e a disponibilidade de água no solo ao longo do ciclo.

Existem três períodos em que não deve ocorrer *stress* hídrico na oliveira:

- Período entre o início do abrolhamento e a floração
- Período entre o início do crescimento do fruto e o endurecimento do endocarpo (caroço)
- Durante a maturação da azeitona

No primeiro período é importante que esteja disponível água suficiente para que o vingamento dos frutos não seja afetado pela má qualidade das flores. No segundo período produz-se uma importante queda fisiológica de frutos que pode ser reduzida caso a árvore se encontre em conforto hídrico. Durante a maturação do fruto, altura em que se dá uma importante acumulação de azeite no mesocarpo (polpa), também é importante que a planta tenha água disponível no solo para que ocorra um bom desenvolvimento dos frutos e a árvore possa granjear as reservas necessárias para a produção do ano seguinte (Girona Gomis et al., 2005).

Na maioria das culturas não se tem em consideração, para efeitos de programação da rega, a quantidade de água armazenada no solo durante o período chuvoso. Apesar disso, nas condições mediterrânicas é recomendável ter em consideração essa reserva de água, já que esta cobre uma fração importante das necessidades da Oliveira (50 - 60%). A água armazenada no solo durante a estação húmida poderá consumir-se como complemento à rega ao longo da estação seca. Assim, é recomendável programar a sua utilização a fim de minimizar o volume de água por hectare, o que permitirá poupar água e baixar os custos de produção (Pastor et al., 1998).

### 2.4.5 Rega Deficitária Controlada

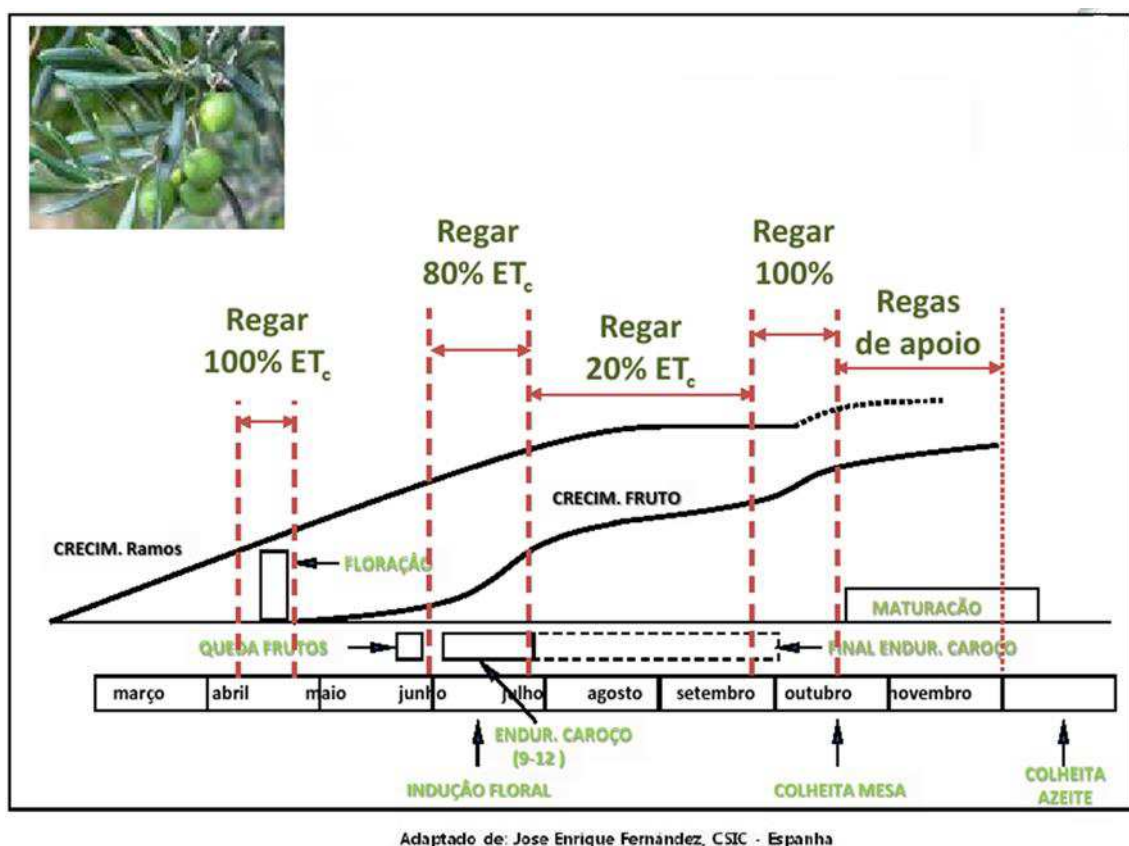
A rega deficitária controlada (RDC) é uma técnica através da qual se pretende diminuir as dotações hídricas em determinadas fases do ciclo anual da cultura sem afetar a produção.

Esta diminuição das dotações em determinadas etapas do ciclo vegetativo de uma cultura, tem permitido em algumas espécies chegar a uma adaptação das dotações de rega que diminuem o desenvolvimento vegetativo, favorecendo a frutificação e a produção (Franganito, 2014).

As estratégias de rega deficitária controlada (RDC) têm sido aplicadas com êxito em diferentes espécies frutíferas e consistem em reduzir a quantidade de água de rega abaixo das necessidades da cultura em períodos fenológicos em que as plantas são menos sensíveis ao défice hídrico, sem afetar significativamente o rendimento ou a qualidade dos frutos e satisfazer plenamente as necessidades de água das árvores durante períodos críticos.

Entre os benefícios da RDC no fruto, está a poupança de água e o controlo do vigor, reduzindo as necessidades da poda e melhorando a iluminação interna das árvores, também favorece o crescimento e qualidade do fruto (Franganito, 2014).

Em frutos de caroço os períodos sensíveis são associados à floração, à fase inicial de desenvolvimento do fruto e a ultima fase do crescimento rápido do fruto, que é quando um défice hídrico pode provocar perdas consideráveis de produção (Franganito, 2014).



**Figura 10.** Necessidades hídricas da oliveira ao longo do ciclo vegetativo, adaptado de (Fernandez, 2012)



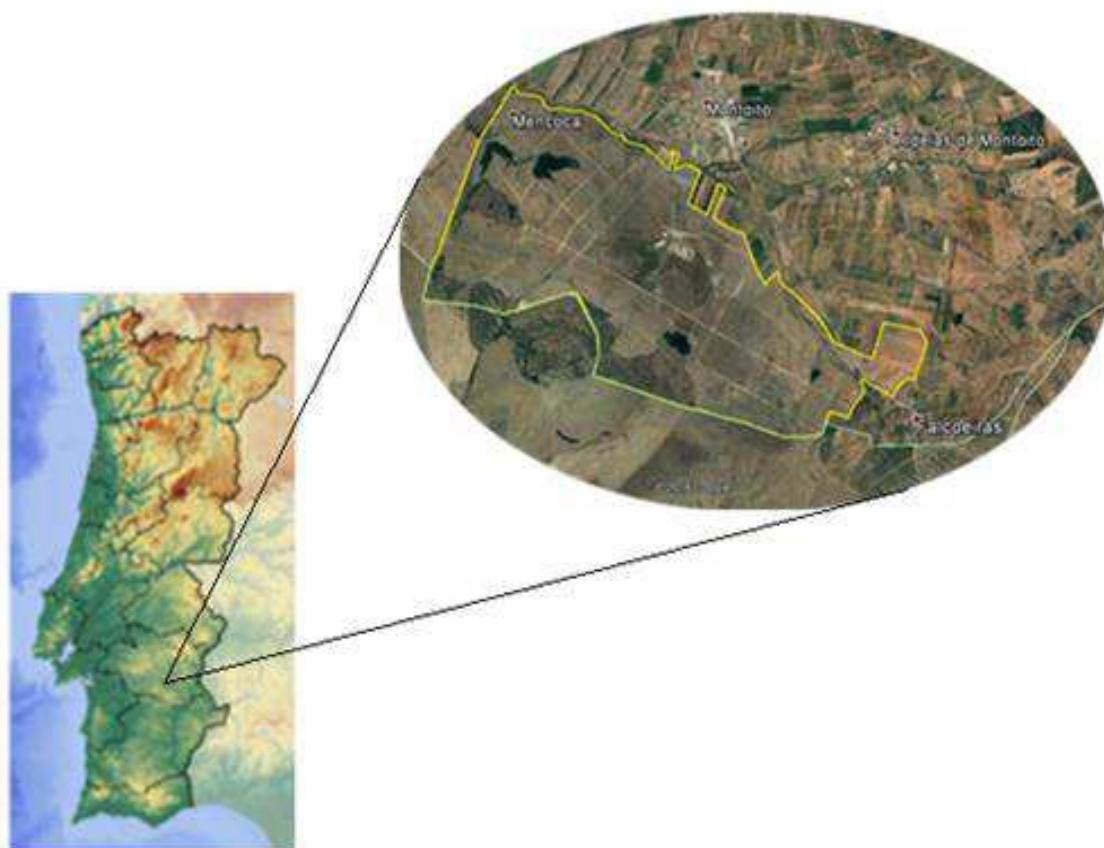
A oliveira é mais exigente em água, no início do seu ciclo vegetativo, abrolhamento e floração e no fim do ciclo, imediatamente antes do início da maturação dos frutos, quando está no estágio de acumulação de gordura nos frutos. Durante o endurecimento do caroço, embora não seja tão exigente, necessidade de vegetar em algum conforto hídrico. Nos meses de Agosto e Setembro, por altura do crescimento do fruto, poderá sofrer algum *stress* hídrico, embora não demasiado rigoroso.



### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Área de Estudo

O estudo decorreu no Olival da Exploração Agrícola Monte da Casa Alta, propriedade da Empresa Terras do Montoito, Lda., que se situa na freguesia de Montoito, concelho do Redondo, distrito de Évora (figura 11).



**Figura 11.** Localização da exploração agrícola no território nacional

Os ensaios decorreram num Olival intensivo com cerca de 615 ha, implantado em 4 fases, sendo a mais antiga de 2008 e a mais recente de 2012. As parcelas incluídas neste estudo foram implantadas em 2008 “Picual” e 2009 “Hojiblanca”. O compasso usado é de 8m x 5,5 m, comportando cerca de 227 árvores/ha. Está instalado em solos de Barro, de textura pesada com teores de matéria orgânica muito baixos.

### 3.1.1 Caracterização edafo climática

O solo das parcelas em estudo apresentam as seguintes características:

- Parcela da “Picual”

**Tabela 2.** Características físico-químicas do solo no campo de ensaio da cultivar "Picual"

Propriedades	Valores de Referência		Resultado
	Mínimo	Máximo	
pH (H <sub>2</sub> O)	6,5	7,5	7,55
C.E. (μS/cm)		<400	135
Matéria Orgânica (%)	1	2,5	0,97
Azoto (%)	0,10	0,15	0,06
Fósforo Disp. (ppm)	20	40	29
Cálcio Disp. (ppm)	1000	2500	1130
Magnésio Disp. (ppm)	100	300	110
Potássio Disp. (ppm)	150	300	180
Textura	Argila (%)		29,4
	Limo (%)		24
	Areia (%)		46,6
Classe Textural	Franco Argilosa		

Coordenadas do local:

- i. 38°29'58,68" N
- ii. 7°36'31,65" W



**Figura 12.** Campo de ensaio da cultivar "Picual"



**Figura 13** Campo de ensaio da cultivar "Picual"

- Parcela da “Hojiblanca”

**Tabela 3.** Características físico-químicas do solo do campo de ensaio da cultivar "Hojiblanca"

Propriedades	Valores de Referência		Resultado
	Mínimo	Máximo	
pH (H <sub>2</sub> O)	6,5	7,5	6,68
C.E. 20 (μS/cm)		<400	90
Matéria Orgânica (%)	1	2,5	0,73
Azoto (%)	0,10	0,15	0,05
Fósforo Disp. (ppm)	20	40	23,8
Cálcio Disp. (ppm)	1000	2500	2040
Magnésio Disp. (ppm)	100	300	331
Potássio Disp. (ppm)	150	300	80
Textura	Argila (%)		29,4
	Limo (%)		22
	Areia (%)		48,6
Classe Textural			Franco Argilosa



Coordenadas do local:

3.1.1 38°29'23,55" N

3.1.2 7°35'41,65" W



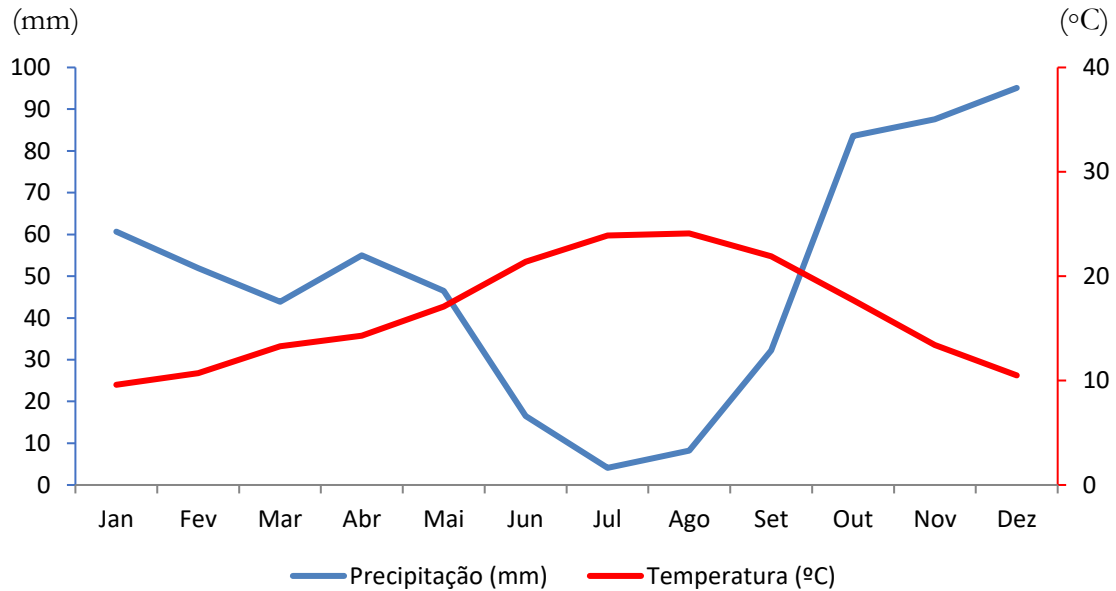
**Figura 14.** Campo de ensaio da cultivar "Hojiblanca"



**Figura 15.** Campo de ensaio da cultivar "Hojiblanca"

As análises das características físicas e químicas dos solos em estudo, foram realizadas em 2017 no laboratório APROA de Córdoba (Espanha).

O concelho de Redondo possui um clima de influência marcadamente mediterrânica, caracterizado por uma estação seca bem acentuada no Verão (figura 16).

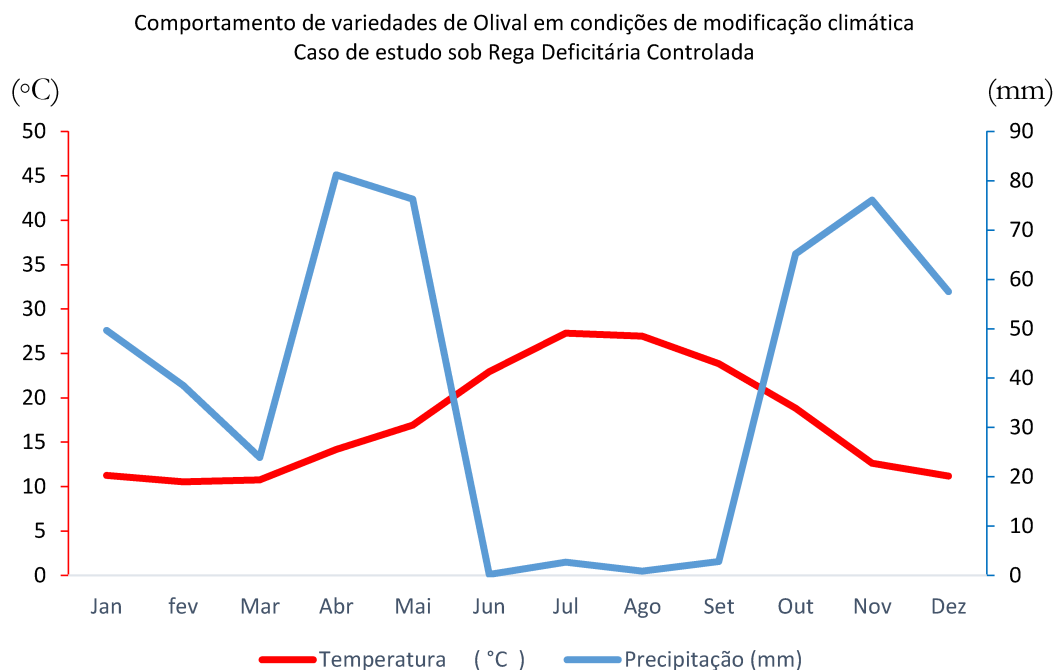


**Figura 16.** Diagrama ombrotérmico relativo aos dados de precipitação e temperatura média mensal da estação meteorológica mais próxima - Évora - para o período 1981 a 2010 (IPMA, 2017).

Em termos morfológicos a região em estudo é marcada por elevações de alguma altitude como a de Bamburra, com 530 m, a do Carrascal, com 570 m, e a da serra de Ossa, com 650 m. Como recursos hídricos, são de referir a ribeira do Calado, a ribeira da Silveirinha, a ribeira de Freixo e a ribeira de Alcorovisca. (CIMAC, 2017)

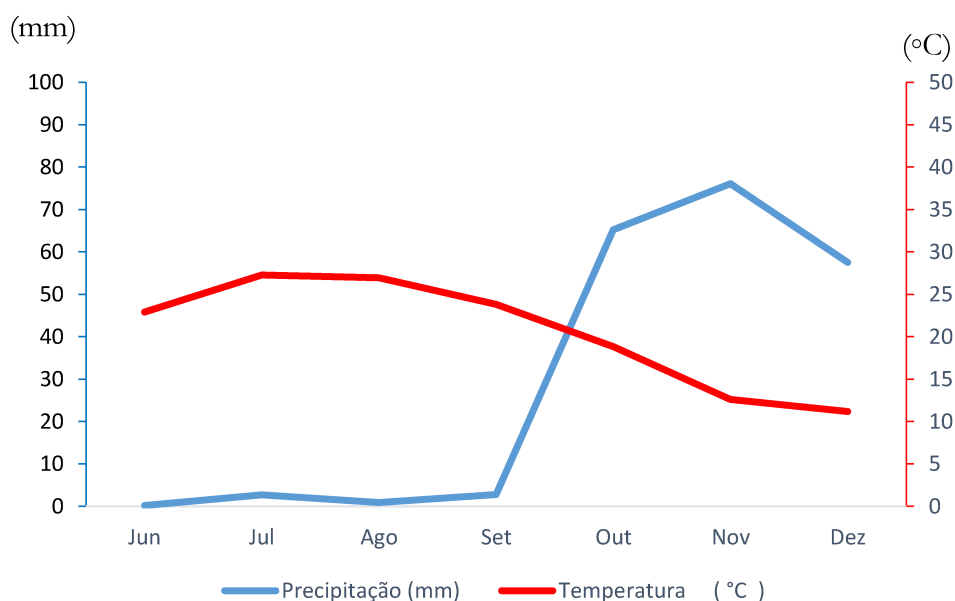
A precipitação ronda os 500 mm entre os meses de Outubro e Março e os 170 mm no semestre mais seco, sendo bastante irregular.

De acordo com os dados da estação meteorológica da Vigia, situada na região de Montoito, a precipitação anual de 2016 foi de 475mm, e a temperatura média foi de 17,28 °C. (figura 17).



**Figura 17.** Diagrama ombrotérmico - Estação Meteorológica da Vigia, no ano de 2016 (COTR, 2017).

No período em que decorreu o ensaio – 1 de junho a 23 de dezembro 2016 – a precipitação foi de 205,4mm, sendo que só no período de 01 de outubro a 23 de dezembro, a precipitação totalizou 198,8mm. A temperatura média no período em estudo foi de 20,52°C. (figura 18).



**Figura 18.** Diagrama ombrotérmico - Estação Meteorológica da Vigia, no ano de 2016, referente ao período do ensaio (COTR, 2017).

### 3.2 Delineamento, colheita e obtenção de dados

No olival procedeu-se à marcação de dois talhões, tendo como base de escolha solos idênticos, sendo um, com a cultivar “Picual” (figura 12 e 13) e outro com a cultivar “Hojiblanca” (figura 14 e 15). Cada talhão compreendia três linhas com vinte e cinco árvores



por linha, sendo uma linha com Regime de Rega em Conforto, uma outra com o Regime de Rega do Agricultor e uma com o Regime de Rega Deficitária Controlada (RDC). Em cada linha foram monitorizadas quinze árvores, ficando a restantes como bordadura. (figura 19). O talhão com a cultivar “Picual” estava exposto no sentido Sudeste – Noroeste e o com a cultivar “Hojiblanca” no sentido Este – Oeste. A cultivar “Picual” está dirigida para a extração de Azeite e a cultivar “Hojiblanca” para a produção de azeitona de mesa, no entanto também é usada para extração de azeite, apresentando rendimentos em gordura mais baixos que a “Picual”.

Irá analisar-se dois níveis de dotações de rega: conforto (100% ETc) e RDC (60% ETc).

Para cada modalidade de rega foram monitorizadas: 5 árvores X 3 repetições X 2 cultivares (“Picual” e “Hojiblanca”).

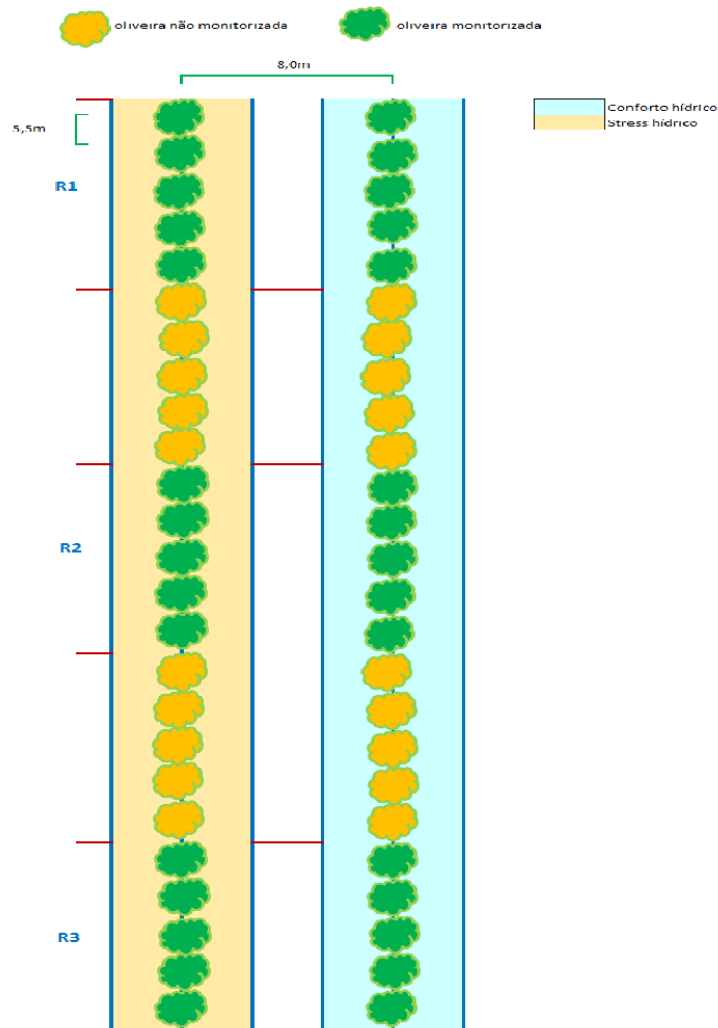


Figura 19. Esquema experimental

### 3.2.1 Técnicas Culturais

#### 3.2.1.1 Solo

A gestão do solo foi a mesma nos dois talhões, enrelvamento natural na entrelinha e o controle de infestantes na linha, com uma largura de 2,1m foi feito de forma manual, removendo-os com a utilização de uma enxada. Foi tomada a opção de não uso de herbicidas nestes talhões, no sentido de não se correr o risco de, através de aplicações deficientes, por em causa a observação do crescimento vegetativo nas zonas mais baixas das copas das árvores. A vegetação na entrelinha foi controlada através de passagem com destroçador de correntes na primavera. No mês de Julho, as linhas de oliveira que estavam sujeitas ao Regime RDC, foram passadas com um escarificador, de forma a colmatar a abertura de fendas no solo, evitando assim danos no sistema radicular das árvores.

#### 3.2.1.2 Proteção fitossanitária

Em termos de controlo fitossanitário, os NEA da Traça da Oliveira (*Prays oleae* Bernard) foram avaliados em Junho através da colocação de armadilhas Cromotópicas amarelas com feromona. Não se tendo atingido o NEA, foi feito um tratamento preventivo, com aplicação foliar de Dimetoato na dose de 150ml/hl, com um débito de 500l/ha. Em julho, por se ter detetado alguns focos, sem significado, de *Zeuzera Pyrina* L., foram colocadas armadilhas sexuais (figura 21), com inseticida e feromona, para avaliar o NEA. Não se registou qualquer exemplar e como tal não foi necessário intervir. No dia 17 de Agosto, foram colocadas armadilhas sexuais, com feromona e inseticida, para monitorizar os NEA da Mosca da Azeitona (*Bactrocera oleae* (Gmelin)), não se registando um número de voos significativo e apesar de não se ter atingido o NEA, optou-se por fazer um tratamento preventivo com Dimetoato, na dose 75ml/hl, com um débito de 500l/ha. Durante e após a colheita, que se iniciou a 24 de Outubro, foi feita uma aplicação foliar de calda Bordalesa, devido ao seu efeito cicatrizante, na dose de 1kg/hl, com um débito de 600l/ha. Todas as aplicações foliares foram efetuadas com recurso a pulverizadores de jato transportado, da marca Manez & Losano mod. Sistromatic (figura 20).



Figura 21. Armadilha Sexual



Figura 20. Pulverizador de Jato Transportado

### 3.2.1.3 Fertilização

Quanto à fertilização em ambos os talhões foram efetuadas adubações foliares, em Maio com um adubo ternário NPK 20-20-20 na dose 3 kg/ha e Zn na dose 0,9 l/ha, com débito de 500 l/ha. Em junho uma aplicação de aminoácidos na dose 1 l/ha com um débito de 500 l/ha. No início de Setembro fez-se uma aplicação de potássio na dose de 0,5 l/ha com um débito de 500 l/ha. No final de Setembro procedeu-se à aplicação de um ternário NPK 20-20-20, na dose 0,5 kg/ha, com um débito de 500 l/ha. No tratamento pós-colheita, foi aplicado um adubo ternário 0-20-30, na dose 66 cm<sup>3</sup>/ha, com um débito de 600 l/ha. Quando à adubação radicular, esta foi efetuada por fertirrega. Esta foi iniciada nos talhões de ensaio, no dia 26 de Julho, durante 14 dias, com 7 aplicações de 0,1 l/árvore de N<sub>32</sub> e um adubo ternário NPK 1-4-8, na dose 1,6 l/árvore.

### 3.2.1.4 Rega

Foi estudado comparativamente o efeito da rega nas estratégias de Rega Deficitária Controlada (RDC) e Rega em Conforto Hídrico (RCH), sendo avaliados os seguintes parâmetros produtivos;

- Crescimentos
- Produção
  - Índice de maturação
  - Peso médio dos frutos
  - Volume médio dos frutos
  - Carga das árvores
  - Rendimento em gordura
  - Acidez

O estudo comparativo entre as duas estratégias de rega, RDC e RCH, iniciou-se em Junho de 2016, quando agricultor tinha já um mês de rega efetuada, foi considerada Rega em Conforto Hídrico (RCH). Regar em conforto hídrico, significa regar para satisfazer as necessidades hídricas do Olival (100% ETc).

O olival está dotado de um sistema de rega localizada de gota-a-gota com gotejadores auto-compensantes de metro a metro, com um débito de 1,6 l/h permitindo uma dotação de 2m<sup>3</sup>/h/ha.

O sistema de rega é controlado por um programador de rega, Agronic 4000 (figura 22) e a dotação é gerida por tempo de rega.



**Figura 22.** Controlador de rega "Agronic 4000"

Tendo em conta o sistema de controlo instalado na exploração, as dotações de rega do ensaio foram igualmente distribuídas consoante o tempo de rega.

Sabendo a dotação de água para rega por hora e o compasso do Olival, calculou-se a dotação por árvore hora e procedeu-se ao controlo de dotação por tempo de rega, em função dos valores da evapotranspiração de referência ( $ET_0$ ), valor de referência para o cálculo da evapotranspiração cultural ( $ET_c$ ). Estes dados foram obtidos na Estação Meteorológica da Barragem da Vigia, sendo que esta dista apenas cerca de 5km da exploração (COTR, 2017).

Para o cálculo das Necessidades Totais de água da planta, destaca-se o uso de coeficientes culturais ( $K_c$ ) associadas aos valores de evapotranspiração de referência ( $ET_0$ ).

Assim, a evapotranspiração cultural é determinada através da multiplicação da evapotranspiração de referência e um coeficiente cultural.

$$ET_c = ET_0 \times K_c$$

Assim temos a  $ET_0$  que representa a demanda de uma região qualquer, sendo variável de local para local e dia a dia e o  $K_c$ , que é um componente dependente da planta, sendo fixo, uma vez determinado, não variando segundo a região.

Atualmente, utilizando a metodologia adequada, é possível determinar, com elevado rigor, a quantidade de água a aplicar às plantas.

### 3.3 Cálculo da dotação de rega

A dotação de rega, a fornecer às plantas, em ambas estratégias adotadas, (RDC e RCH), foi calculada semanalmente, tendo como base os valores médios semanais da  $ET_0$  (tabela 4), e a precipitação média semanal efetiva ( $P_e$ ), obtidos na Estação Meteorológica da Vigia (COTR, 2017).

**Tabela 4.** Médias semanais de  $ET_0$  e  $P_e$

Semana	Período	$ET_0$ (mm)	$P_e$ (mm)
1	1 a 6 de Junho	5,95	0
2	7 a 13 de Junho	6,59	0
3	14 a 19 de Junho	6,07	0,03
4	20 a 26 de Junho	6,85	0
5	27 a 3 de Julho	7,19	0
6	4 a 10 de Julho	6,63	0,37
7	11 a 17 de Julho	7,77	0
8	18 a 24 de Julho	7,45	0,01
9	25 a 31 de Julho	6,97	0
10	1 a 7 de Agosto	7,13	0
11	8 a 14 de Agosto	6,76	0
12	15 a 21 de Agosto	6,51	0
13	22 a 28 de Agosto	5,88	0,13
14	29 a 4 de Setembro	5,36	0
15	5 a 11 de Setembro	5,11	0
16	12 a 18 de Setembro	4,06	0,4
17	19 a 25 de Setembro	3,07	0
18	26 a 2 de Outubro	4,33	0
19	3 a 9 de Outubro	3,82	0
20	10 a 16 de Outubro	2,72	2,44
21	17 a 23 de Outubro	2,52	1,86
22	24 a 30 de Outubro	2,74	5,01
23	31 a 6 de Novembro	2,36	0,6
24	7 a 13 de Novembro	1,97	0,17
25	14 a 20 de Novembro	2,18	2,66
26	21 a 27 de Novembro	1,26	7,4
27	28 a 4 de Dezembro	1,10	2,36
28	5 a 11 de Dezembro	1,79	0,61
29	12 a 18 de Dezembro	1,49	5,29
30	19 a 23 de Dezembro	1,91	0,78

Procedeu-se ao cálculo do valor da evapotranspiração da cultura ( $ET_c$ ) em milímetros/dia, entrando com o valor do coeficiente cultural ( $K_c$ ) (tabela 5). Este valor é fixo e está disponível em diversas tabelas.

**Tabela 5.** Coeficientes culturais mensais do Olival (Orgaz et al., 2001)

Mês	jun.	jul	ago	set	out	nov.	dez
Kc	0,60	0,60	0,60	0,60	0,65	0,65	0,50

Calculou-se o valor das Necessidades Uteis da planta (Nu)

$$Nu = ETl = Etc \times Kl$$

Sendo ETl a evapotranspiração do local e Kl o fator de localização, dependendo da área sombreada pela cultura (C).

$$C = \frac{Acopa}{Acompasso} = \frac{\frac{\pi \times Dcopa^2}{4}}{L \times l}$$

Acopa = Area da Copa da árvore

Acompasso = Area do Compasso

L = Largura da Entre-Linha

l = Largura da Linha

O fator de localização (Kl) obtêm-se pelas expressões:

$$Kl = 1,34 \times C$$

$$Kl = C + 0,1$$

$$Kl = C + 0,5 \times (1 - C)$$

$$Kl = C + 0,15 \times (1 - C)$$

Determina-se o valor médio dos coeficientes de localização obtidos e o valor médio dos valores centrais dos coeficientes de localização.

Assim as necessidades totais (Nt), são dadas pela expressão

$$Nt = \frac{Nu}{UD \times (1 - K)}$$

$$K = 1 - Ea$$



Para ambas as situações, utilizou-se uma uniformidade de rega (UD) de 90% e uma eficiência de aplicação (Ea) de 90%.

Assim as necessidades totais diárias da planta, são dadas em litros por planta, pela expressão:

$$Nt_{planta} = Nt \times A_{compasso}$$

Na estratégia de Rega em Conforto Hídrico (RCH), programou-se o controlador de rega (figura 20) para o tempo de rega necessário para atingir a as Necessidades Totais de água da planta ( $NT_{planta}$ ). Para estratégia de Rega Deficitária Controlada, interrompia-se o fornecimento de água, quando se atingia a  $NT_{planta}$ , conforme figura 23.

No fim do mês de Agosto, o agricultor terminou a rega, por falta de água nas barragens, então continuamos a regar os campos de ensaio, manualmente, dotando as árvores com a quantidade necessária de água, regando área na projeção da copa de cada árvore dos campos de ensaio.

A programação da estratégia de RDC, é aplicada em consonância com o ciclo vegetativo da oliveira, e programada em conformidade com as necessidades hídricas da planta ao longo do ciclo, baseada na informação que consta na figura 10.



**Figura 23.** Interrupção da Rega

Sendo que este estudo se iniciou em Junho, a rega teve início nessa ocasião e terminou-se em 01 de outubro e seguiu a programação conforme figura 10, calcula-se uma dotação na ordem dos 60% em termos gerais, da Evapotranspiração da Cultura (ET<sub>c</sub>) em regime de RDC.

Assim as dotações médias de água de rega por dia foram conforme tabela 6, sendo que semanalmente os valores eram recalculados em função da ET<sub>c</sub> média da semana.

**Tabela 6.** Dotações médias diárias

Mês	RCH (litros/árvore)	RDC (litros/árvore)
Junho / Julho	106	88
Julho	94	18
Agosto	94	18
Setembro	94	18

### 3.4 Monitorização das variáveis estudadas

#### 3.4.1 Variável do solo

##### 3.4.1.1 Monitorização da humidade do solo

As medições visaram monitorizar a evolução da humidade do solo, comparativamente às duas estratégias de rega adotadas, Rega Deficitária Controlada e Rega em Conforto Hídrico.

Para determinar a evolução do teor de humidade do solo em função dos tratamentos de rega, instalou-se sondas “WaterMark”, em três profundidades de solo, a 20 cm, 40 cm e 70 cm aonde são efetuadas as medições em cada campo de ensaio e estratégia de rega, perfazendo um total de doze sondas, três para cada estratégia de rega nas duas cultivares.

As sondas “WaterMark” são aparelhos que dão informações acerca do grau de humidade num solo regado, baseadas na leitura do valor da tensão da água no solo, uma vez que é uma estimativa da energia que as raízes devem empregar, para utilizar a água retida pelo solo (Armando, 2009).

Para efetuar a instalação das sondas, procedeu-se conforme indicação do fabricante, mergulhando-as em água durante as 24 horas anteriores à instalação, depois no dia da instalação, efetuaram-se os orifícios no solo nas três profundidades, recorrendo-se a um “tanchão de água”. “Tanchão de água”, é apenas um utensílio de ferro tubular, ligado a uma bomba pulverizadora, que ajuda a abertura de orifícios no solo, com a pressão do operador e a injeção de água pressurizada no solo.

De seguida, e após a introdução das sondas nos orifícios no solo, fecharam-se com uma pasta homogênea de solo e água (figura 24).





**Figura 24.** Instalação das sondas WaterMark

As primeiras leituras efetuadas não são representativas da humidade existente, uma vez que as sondas necessitam de estabilizar após a instalação e devido à pasta de solo, rica em humidade introduzida nos orifícios da instalação.

Ao longo do ensaio foram efetuadas cerca de 10 leituras, devidamente registadas em tabela (figura 25), que deram origem a um gráfico.

## Registo de Leituras de Sensores Watermak

### Casa\_Alta\_Olival

#### Ponto 5

Coordenada de Localização (WS84): 38.494146°, -7.613142°

Data	Hora	S1 (70cm)	S2 (40cm)	S3 (20cm)

**Figura 25.** Exemplo de tabela de registo de leituras

As leituras obtidas foram comparadas com os valores da tabela 7 (NovaRocha, 2017).

**Tabela 7.** Parâmetros de leitura WaterMark

Leitura na sonda (cb)	Estado de humidade no solo
0 – 10	Capacidade de campo
10 – 30	Solo com humidade suficiente
30 – 60	Margem normal para iniciar a rega, exceto em solos argilosos
60 – 80	Margem normal para iniciar a rega em solos argilosos
>80	Solo com grande défice hídrico

### 3.4.2 Variáveis da Planta

Para avaliar o estado hídrico da planta mediu-se o potencial de base de madrugada, o potencial xilémico ao meio dia solar e o teor em clorofila.

#### 3.4.2.1 Metodologia para avaliar o potencial de base e xilémico – Câmara de pressão Scholander.

As leituras dos potenciais xilémicos, foram efetuadas a 1 de Agosto e 1 de Setembro, às 5hrs e ao meio dia solar, em ambas cultivares estudadas nas duas estratégias de rega em ensaio.

Foram monitorizadas 6 árvores por cultivar, 3 por cada estratégia de rega.

Como a pressão osmótica do xilema é considerada insignificante, o potencial de pressão é o mesmo do potencial hídrico da folha. Por meio da Câmara de Scholander, é possível a medição do estado hídrico diretamente na planta e não no solo, o que otimiza a gestão da rega.

Um método rápido para medir o potencial de água dos tecidos, tais como ramos e folhas é usando a câmara de pressão Scholander (figura 26).



**Figura 26.** Câmara de Pressão Scholander

A câmara de pressão mede a pressão hidrostática negativa (tensão) que existe no xilema de muitas plantas. Supõe-se que o potencial de água no xilema é muito próximo do potencial médio de água de todo órgão.

Este método consiste em colocar uma folha dentro de um recipiente hermético, neste estudo devido ao pequeno tamanho das folhas de Oliveira, usou-se um raminho do ano, que possua material resistente a ponto de aguentar a pressão exercida do gás inerte (azoto) inserido progressivamente no cilindro.

Neste recipiente há apenas um orifício através do qual a ponta do ramo do ano contacta com o exterior ao incluir pressão no interior da câmara e se observa a seiva a sair, a pressão marcada pelo manômetro é a mesma do potencial de pressão da seiva do xilema da folha.

As medições foram efetuadas a 1 de Agosto e 1 de Setembro em ambas as cultivares estudadas, e em ambas estratégias de rega adotadas. Foram monitorizadas 3 árvores por estratégia de rega e 2 ramos de cada árvore, totalizando 24 medições de potenciais de base e 24 medições de potenciais hídricos em cada data.

Os potenciais de base foram medidos de madrugada, aproximadamente pelas 5hrs, e os potenciais hídricos foram medidos ao meio dia solar.

Na medição efetuada ao meio dia solar, em primeiro lugar envolveu-se todos os ramos a medir em plástico transparente e com uma camada exterior de papel em prata, de forma às condições dos ramos serem o mais idênticas possível, na altura da medição (figura 27).



**Figura 27.** Preparação dos ramos para medição do potencial hídrico

#### 3.4.2.2 Teor em Clorofila

A clorofila é o pigmento que dá a cor verde às plantas e é essencial para a fotossíntese, portanto para a vida da planta. É a partir da fotossíntese que a planta obtém energia para crescer, desenvolver folhas e obter os frutos.

O teor de clorofila é um importante indicador da senescência foliar, sendo esta acelerada pelo défice hídrico e carência de azoto (N). O atraso na senescência foliar e a maior produção final de biomassa nas populações tolerantes à seca incrementam a produção de hidratos de carbono devido a maior intercetação da radiação e pela absorção de uma maior fração da energia luminosa incidente (Muchow et al., 1994).

O teor de clorofila é proporcional ao azoto (N) absorvido pela planta, que é um dos três elementos fundamentais na agricultura. Assim, medir o teor de clorofila é uma forma



indireta de medir a absorção de azoto (N), que é de fundamental importância para a produtividade das culturas, para corrigir a adubação onde necessário. Além disso, o teor de clorofila também é um bom indicativo da saúde das plantas. A modificação da cor das folhas pode ser também utilizada para a condução da rega.

O desenvolvimento do medidor portátil de clorofila (figura 28), que faz leituras instantâneas sem necessidade de destruição da folha, surge como nova ferramenta para avaliar o nível de azoto (N) na planta.

Este medidor de clorofila digital portátil mede o conteúdo de clorofila ou intensidade de cor verde nas plantas para reduzir o risco de deficiências nutricionais limitantes.

Ele quantifica mudanças antes que possam ser percebidas visualmente pelo olho humano através de medidas não invasivas. As leituras são feitas de forma simples, na superfície da folha, com uma câmara em forma de mola.

#### **3.4.2.3 Metodologia para avaliar o teor em clorofila – Medidor de Clorofila Digital**

As medições foram efetuadas em 1 de Agosto, 1 de Setembro e 1 de Outubro. Foram efetuadas para valores de referência, pelas 4hrs e para leituras efetivas pelas 12,30hrs.

Foram medidas 6 árvores por cultivar, em ambas as estratégias de rega, num total de 12 por data.

No sentido de não danificar as árvores as medições foram efetuadas diretamente nas folhas sem as retirar da árvore. Colocou-se a pinça do equipamento na folha e procedeu-se à leitura, registando-se no documento próprio.



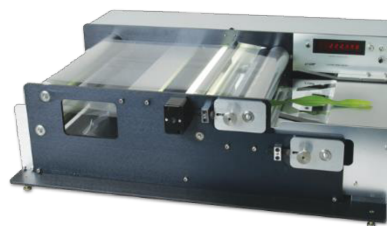
**Figura 28.** Medidor de Clorofila digital (Franganito, 2014)

#### **3.4.2.4 Monitorização do crescimento vegetativo**

As medições visaram monitorizar a evolução do crescimento das plantas, comparativamente às duas estratégias de rega adotadas, Rega Deficitária Controlada e Rega em Conforto Hídrico.

A medição dos crescimentos dos ramos do ano, foi efetuada em 2 árvores por repetição, em 8 ramos previamente marcados e distribuídos, 2 por cada ponto Cardeal, Norte (N), Sul (S), Este (E) e Oeste (O).

Inicialmente, recolheu-se aleatoriamente cinquenta folhas por cultivar, a fim de determinar a área foliar nas diferentes cultivares, “Picual” e “Hojiblanca”. Nas folhas recolhidas foi medido através de uma escala em centímetros o comprimento e largura das folhas, e seguidamente através do equipamento “LI-3100C Area Meter” (figura 29) e após calibração do mesmo, recorrendo a um disco de calibração “Calibration disk 50SqCa”, determinou-se a área de cada folha.



**Figura 29.** LI-3100C Area Meter

O efeito das duas estratégias de rega adotadas, RDC e RCH, foi averiguado em 24 árvores, 12 da cultivar “Picual” e 12 da cultivar “Hojiblanca”, nas quais se marcaram 8 ramos do ano por árvore, 2 por cada ponto cardeal, N, S, E e Oeste, a uma altura aproximada de 1,5m num total de 192 ramos do ano, sendo 96 por cultivar e 48 por estratégia de rega adotada. Realizaram-se 3 medições (figura 30), Julho, Agosto e Outubro. O instrumento de medição usado foi uma régua (figura 32).

Em cada ramo marcado, foi medido:

- Comprimento
- Número de folhas
- Distância entre rebentos

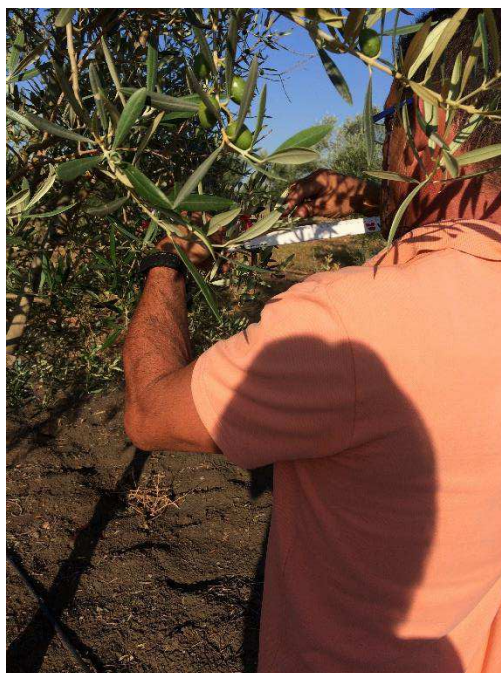
Crescimento		PICUAL							
Data: 5/7	Nº de Árvore		RN	RS	RE	RW			
R1		Comp. Ramo novo							
		Nº de folhas do ano							
		Distância entre rebentos							
R2		Comp. Ramo novo							
		Nº de folhas do ano							
		Distância entre rebentos							
R3		Comp. Ramo novo							
		Nº de folhas do ano							
		Distância entre rebentos							

**Figura 30.** Folha de registo de medições

Ainda, foram escolhidos aleatoriamente 4 dos 8 ramos marcados em cada árvore, e procedeu-se à medição da largura e comprimento de cada folha do ramo. Assim foram medidas as folhas de 96 ramos do ano, sendo 48 de cada cultivar, 24 por estratégia de rega adotada. Igualmente foram realizadas 3 medições (figura 31), Julho, Agosto e Outubro. O instrumento de medição usado foi uma régua.

Área Foliar do Ramo									
Data: 5/7		RN		RS		RE		RW	
Nº de árvore	Folhas	Largura (cm)	Comp. (cm)	Largura(mm)	Comp.(mm)	Largura (cm)	Comp. (cm)	Largura(mm)	Comp.(mm)
	1	0,7	4,1	1,1	5,7	0,8	5	0,9	4,3
	2								
	3								
	4								
	5								
	6								
	7								
	8								
	9								
	10								
	11								
	12								
	13								
	14								
	15								
	16								
	17								
	18								
	19								
	20								
	21								
	22								
	23								
	24								
	25								
	26								

**Figura 31.** Medições de area foliar do ramo



**Figura 32.** Medição de crescimentos

#### 3.4.2.5 Produção

Com o objetivo de avaliar a produção, avaliaram-se os parâmetros de produção como o peso médio dos frutos, volume médio, carga das árvores e produção total. Também foi objeto de análise alguns parâmetros que refletem a qualidade da azeitona, como humidade, teor em gordura total, teor em gordura na matéria seca, acidez e índice de maturação.

### 3.4.3 Monitorização analítica

Ao longo do período do ensaio foram efetuadas análises químicas aos frutos, no Laboratório de Análise de Sementes e Matérias Primas Vegetais, da Escola Superior Agrária de Beja, do Instituto Politécnico de Beja, em 4 datas, 11 de Outubro, 2 de Novembro, 24 de Novembro e 27 de Dezembro para determinar os seguintes parâmetros:

- Humidade
- Teor de gordura total
- Teor de gordura na matéria seca
- Acidez
- Índice de maturação

Para o efeito, foram retiradas aleatoriamente 3 amostras em 3 árvores por cada estratégia de rega adotada, sendo 6 amostras por cultivar, num total de 12 amostras. As amostras retiradas tinham aproximadamente 1kg e foram acondicionadas em sacos plásticos transparentes e numeradas de 1 a 12, sem fazer referência à situação a que pertenciam, fazendo no entanto uma legenda com a estratégia de rega e cultivar, para mais tarde se fazer o tratamento dos resultados obtidos.

Na última análise efetuada, o método de recolha de amostras foi diferente, recolhendo uma amostra por repetição (recolhendo frutos de todas as árvores), por estratégia de rega adotada e cultivar, totalizando as mesmas 12 amostras, sendo no nosso entender demonstrativas da qualidade dos frutos das árvores em estudo.

As 3 primeiras amostras recolhidas para as 3 análises iniciais, foram recolhidas sempre das mesmas árvores, de forma a se contabilizar na altura da colheita, a quantidade de frutos recolhidos para análise, sendo que cada amostra tinha 1kg de frutos. Em relação à última recolha de amostras, para a última análise efetuada, esta foi retirada após a pesagem da carga total das árvores.

Para a determinação da percentagem de humidade, gordura e acidez da azeitona utilizou-se o equipamento da *Foss, FoodScan*, modelo *olivescan* que utiliza um sistema com base na tecnologia NIR (*Near Infrared Transmittance*). O aparelho é composto por uma fonte de energia radiante, a lâmpada de tungsténio-halogéneo que emite luz através de uma fibra ótica no monocromador. O monocromador fornece luz monocromática no espectro de 850nm a 1050nm. Através da fibra ótica a luz é conduzida para o sistema de lentes que está sobre a célula onde se coloca a amostra. De seguida a luz é transmitida através da amostra, a luz que não é absorvida atinge o detetor que mede a quantidade de luz e envia o resultado para o processador de sinal digital que comunica com o PC e calcula o resultado usando a calibração para a referida determinação. O aparelho faz a rotação da célula da amostra o qual permite a análise em vários pontos da amostra, sendo o resultado final a média dos respetivos pontos. Como a análise no NIR é empírica para se proceder à quantificação da humidade, da gordura e da acidez da azeitona é necessário calibrar o aparelho. Ou seja, fazer a comparação entre os valores obtidos pelos métodos de referência e os resultados previstos pelo NIR.

A amostra de azeitona homogeneizada é moída com um moinho de martelos, com crivo de 3 a 4 mm. Da pasta de azeitona obtém-se a amostra para determinar a humidade, a gordura e a acidez.

A pasta de azeitona é homogeneizada e colocada na célula adequada para se efetuar as determinações, a qual é colocada no aparelho e dá-se a indicação para o início da determinação, em poucos segundos aparece o resultado no PC. O aparelho faz a rotação da célula da amostra o qual permite a análise em vários pontos da mesma, sendo o resultado final a média dos respetivos pontos.

A percentagem de gordura na matéria seca foi determinada, matematicamente, a partir dos resultados obtidos nas determinações da humidade e da gordura na matéria total, de acordo com a seguinte função:

$$\% G \text{ m.s.} = \frac{\% G}{100 - \% H} \times 100$$

Sendo % G m.s. a percentagem de gordura na matéria seca, % G a percentagem de gordura na matéria total e % H a percentagem de humidade na azeitona.

Os resultados são a média aritmética de duas determinações e vêm expressos em percentagem com duas casas decimais.

#### **3.4.4 Monitorização dos parâmetros produtivos**

O efeito das duas estratégias de rega adotadas na produção foi determinado a partir dos seguintes parâmetros:

- Índice de maturação
- Peso médio dos frutos
- Volume médio dos frutos
- Produção Final
- Carga das árvores (nº de frutos por árvore)
- Rendimento em gordura
- Acidez

##### **3.4.4.1 Índice de maturação**

O processo de variação da cor da azeitona permite estabelecer o índice de maturação, em que a azeitona se classifica em oito classes ou categorias. O índice de



maturação foi efetuado, através da metodologia adotada e recomendada pela “Estación de Olivicultura Elayotecnia” de Jaén (Hermoso et al., 1999).

Depois de homogeneizada, retiram-se 100 azeitonas, aleatoriamente, subdivide-se pelas diferentes classes de acordo com a tabela seguinte:

**Tabela 8.** Tabela de classes de azeitona

Cor da azeitona	Classe	Valor
Verde intensa	a	0
Verde amarelada	b	1
Verde com manchas rosadas em menos de metade do fruto	c	2
Rosado ou roxo em mais de metade do fruto	d	3
Negra com polpa branca	e	4
Negra com polpa rosada sem chegar à metade da polpa	f	5
Negra com polpa rosada sem chegar ao caroço	g	6
Negra com polpa rosada até ao caroço	h	7

Utilizou-se uma faca para cortar longitudinalmente as azeitonas, permitindo a classificação nas classes 4, 5, 6 e 7. O índice de maturação (IM) é o somatório dos produtos do número de frutos de cada classe pelo valor numérico da sua categoria dividido por 100. Assim obtêm-se os valores entre 0 (todos os frutos de cor verde intensa) e 7 (todos os frutos com pele negra e a polpa rosada até ao caroço).

$$IM = \frac{ax0+bx1+cx2+dx3+ex4+fx5+gx6+hx7}{100}$$

Em que, a, b, c, d, e, f, g e h exprimem o número de frutos nos diferentes estádios de coloração 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7, respetivamente.

Os resultados são a média aritmética de duas determinações efetuadas e apresentam-se com duas casas decimais.

Estima-se que o momento ideal de colheita para as variedades para produção de azeite, como a “Picual”, é quanto atingem valores próximos a 3,5. No caso de variedades de mesa, como a “Hojiblanca”, a colheita deve ser levada a cabo com valores máximos de 1.

Contudo, este sistema de cálculo para o índice de maturação não é válido para aquelas variedades que não alcançam a cor negra de maturação. Por este motivo, também é necessário analisar diferentes parâmetros que são indicativos e orientadores acerca do momento ideal de colheita. Estes parâmetros são (Agrotec, 2017):

- Rendimento em gordura total sobre amostra húmida > 20%.
- Rendimento em gordura sobre amostra seca > 45%.
- Humidade da azeitona < 55%.

#### 3.4.4.2 Peso médio dos frutos

Após a colheita, na cultivar “Picual”, foram retirados 50 frutos de cada árvore, num total de 30 árvores, 15 em RDC e 15 RCH. Na cultivar “Hojiblanca”, devido à vandalização e quase completa destruição do campo de ensaio, só foi possível recolher amostras de 50 frutos de 5 árvores sujeitas à estratégia de RDC e de 5 árvores em RCH.

Posteriormente procedeu-se à pesagem das amostras e obteve-se o peso médio dos frutos por cultivar e estratégia de rega.

#### 3.4.4.3 Volume médio dos frutos

Recorrendo às amostras de 50 frutos, já obtidas para obter o peso médio dos frutos, e utilizando um Paquímetro (figura 33 e 34), mediu-se transversalmente e longitudinalmente os frutos e com as médias obtidas, aplicou-se a fórmula para volumes de formas elipsoides.

$$\frac{2}{3}\pi \times \left(\frac{B}{2}\right)^2 \times A$$

Sendo **A**, o valor da medida longitudinal e **B** o valor da medida transversal.



**Figura 33.** Paquímetro



**Figura 34.** Registo das medidas transversais e longitudinais dos frutos

#### 3.4.4.4 Produção final

A colheita foi efetuada no dia 27 de Dezembro, com vibrador de tronco “Lisam” (figura 35 e 36), que deixava cair as azeitonas sobre malhas colocadas no chão, por baixo da copa das árvores. Posteriormente os frutos de cada árvore foram colocados em sacos, de forma a quantificar a produção de cada árvore monitorizada. Os sacos foram pesados com uma balança tipo romana, obtendo-se assim os dados da produção de cada árvore.



**Figura 35.** Vibrador de tronco "LISAM"





**Figura 36.** Colheita dos frutos

Na cultivar “Hojiblanca”, não foi efetuada colheita, e consequentemente a produção de cada árvore não foi quantificada, devido à vandalização e destruição do campo de ensaio (figura 37).



**Figura 37.** Campo de ensaio "Hojiblanca" destruído

#### **3.4.4.5 Carga das árvores**

A carga das árvores (numero de frutos por árvore) foi estimada com base na relação entre a produção final (peso por árvore) e o peso médio dos frutos por árvore à altura da colheita. O peso médio dos frutos foi estimado a partir do peso de 50 frutos, retirados dos sacos aonde se encontrava a produção de cada árvore.

### 3.5 Análise estatística dos dados

Os dados relativos aos resultados das características dos frutos foram tratados estatisticamente, através da análise de variância a dois fatores (rega e cultivar) num delineamento totalmente casualizado com três repetições, com um nível de significância de 5%.

Os dados relativos à produção foram tratados estatisticamente, através da análise de variância a um fator (rega) num delineamento totalmente casualizado com três repetições, com um nível de significância a 5%.

Os dados relativos ao registo dos potenciais xilémicos, foram tratados estatisticamente, através da análise de variância a dois fatores (rega e cultivar) num delineamento totalmente casualizado com seis repetições, com um nível de significância a 5%.

Para os dados relativos ao crescimento foi calculada a evolução média tendo sido posteriormente tratados estatisticamente, através da análise de variância a dois fatores, rega e cultivar, num delineamento totalmente casualizado com três repetições com um nível de significância a 5%.

Para o tratamento informático de todos os dados, foi usado o *Software* “Excel”

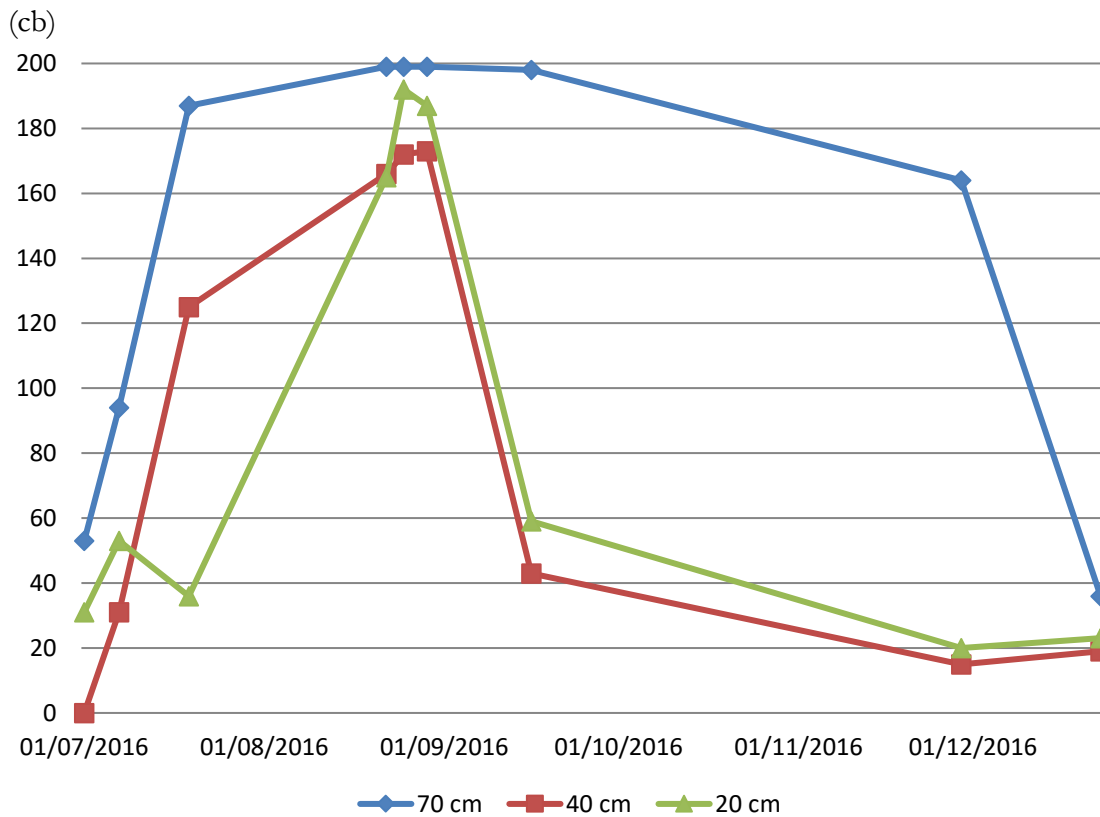


#### 4. RESULTADOS/DISCUSSÃO

##### 4.1 Resultados nas várias leituras

##### 4.1.1 Tensão de humidade do solo

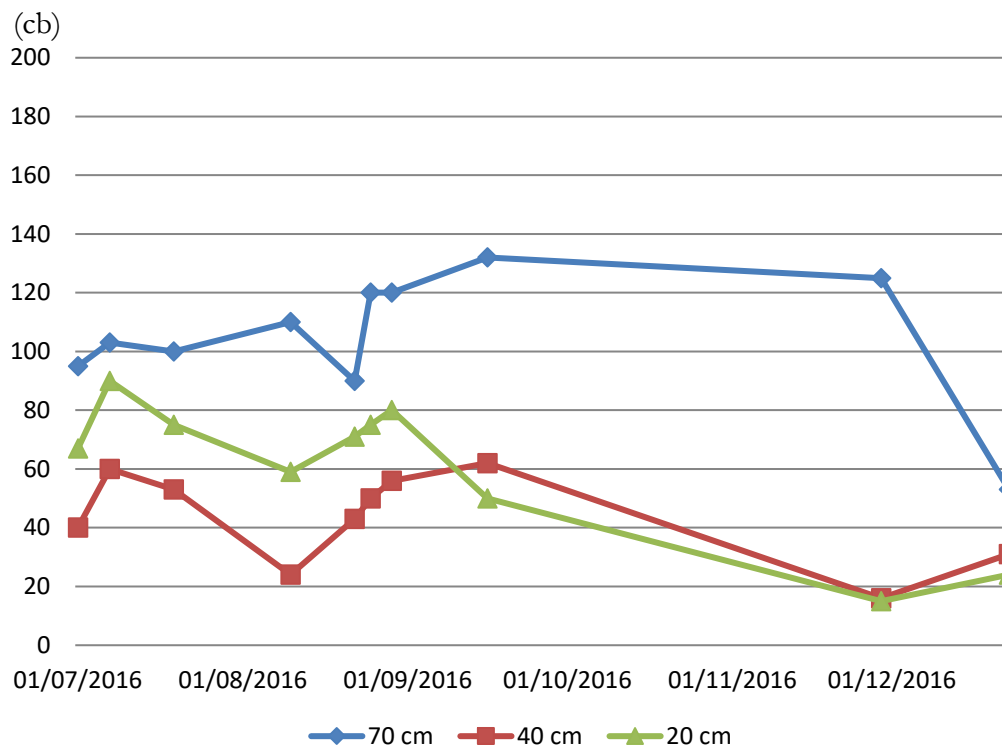
Durante o período em que decorreu o ensaio, foram efetuadas leituras dos resultados apresentados pelas sondas *Watermark*, em ambas as cultivares e nas duas estratégias de rega adotadas.



**Figura 38.** Tensão de humidade no solo na cultivar "Picual" em RDC

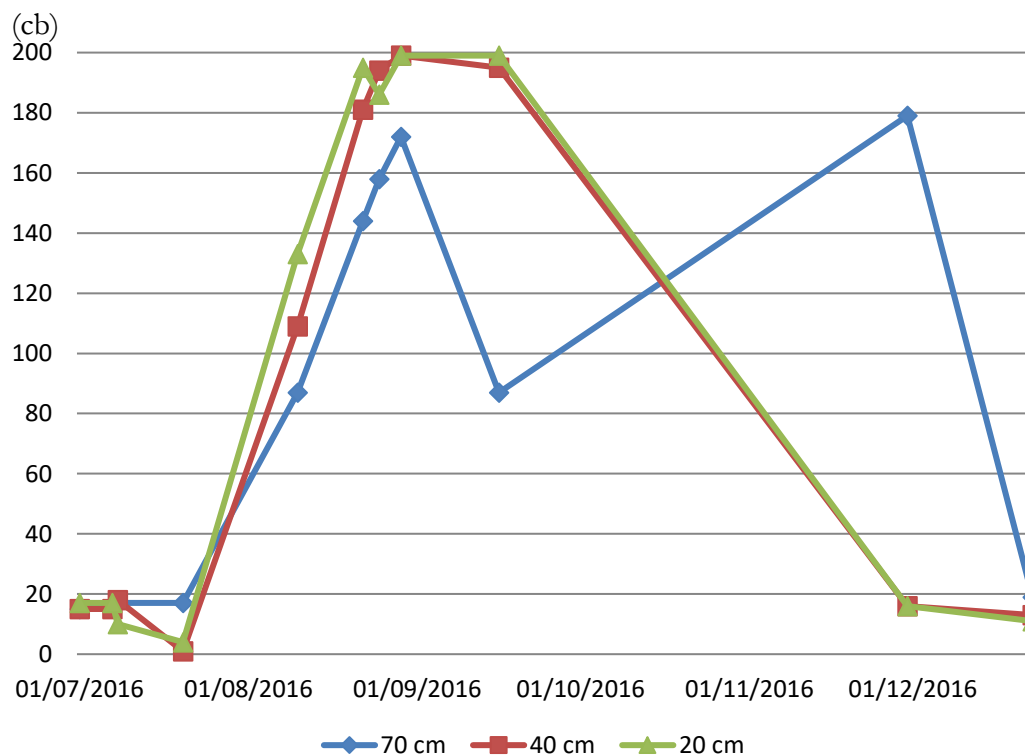
Pela análise do gráfico, verifica-se que os resultados das leituras estão em consonância com a estratégia de rega adotada (figura 10). No entanto a leitura da sonda instalada a 70cm de profundidade mostra alguma perda de humidade por percolação profunda.

Comportamento de variedades de Olival em condições de modificação climática  
Caso de estudo sob Rega Deficitária Controlada



**Figura 39.** Tensão de humidade no solo na cultivar "Picual" em RCH

Verifica-se que durante o período de ensaio, e tal como o programa para a estratégia adotada, RCH, as sondas instaladas a 20 e 40 cm, mostram sempre tensões de humidade médias entre os valores 40 e 80, indicando maior disponibilidade de água no solo. A sonda instalada a 70 cm, tal como na estratégia de Rega Deficitária Controlada, mostra perda de humidade por percolação profunda.

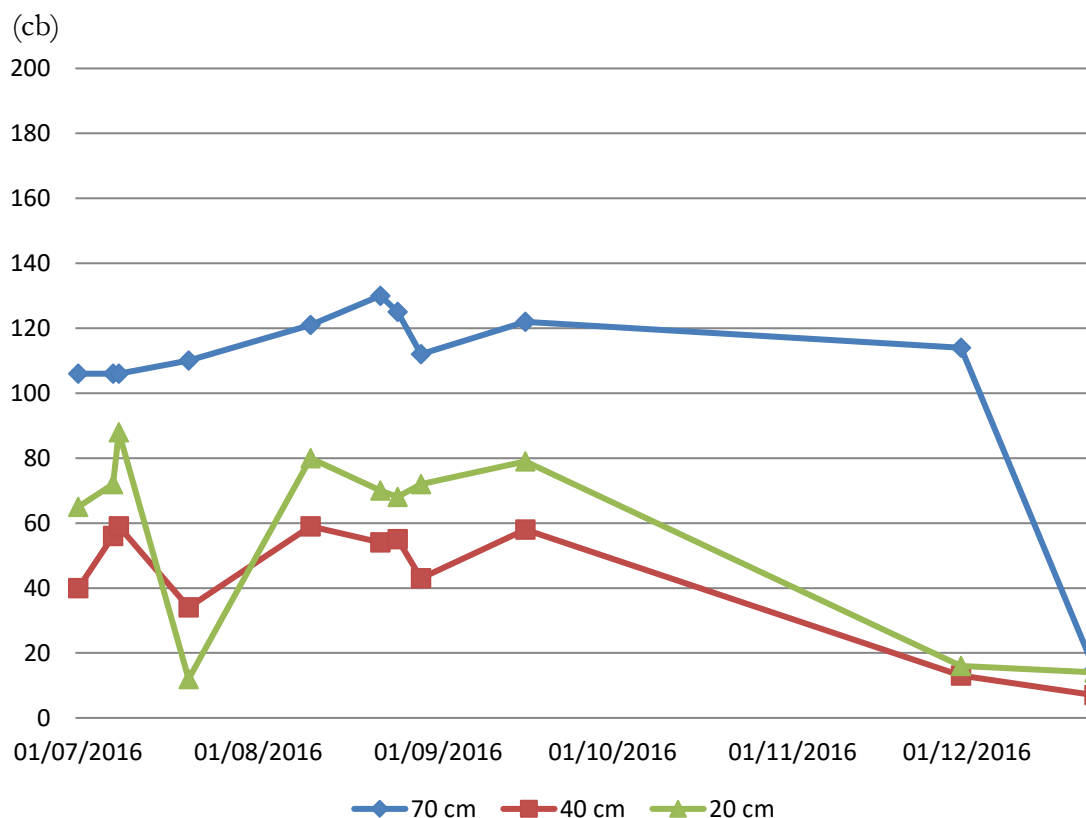


**Figura 40.** Tensão de humidade no solo na cultivar "Hojiblanca" em RDC



Na cultivar “Hojiblanca”, em RDC, os resultados das leituras das sondas, mostram tensões de humidade altas, resultantes de algum “*stress*” hídrico, no entanto a sonda instalada a 70 cm apresenta durante o ensaio valores de tensões baixas, indicativas de menor stress hídrico em contra ponto com as instaladas a 20 e 40cm.

Tal se deve, ou as características próprias do solo ou ao mau funcionamento das sondas, sendo que nas leituras das sondas instaladas na estratégia de RCH são uniformes e em consonância com o programado e nas leituras do potencial xilémico os valores obtidos são muito uniformes, atribuímos esta situação a um hipotético mau funcionamento das sondas.



**Figura 41.** Tensão de humidade no solo na cultivar "Hojiblanca" em RCH

Pela análise do gráfico, verifica-se que os resultados das leituras estão em consonância com a estratégia de rega adotada (figura 10). No entanto a leitura da sonda instalada a 70 cm de profundidade mostra alguma perda de humidade por percolação profunda.

#### 4.1.2 Leitura dos Potenciais de Base e Xilémicos

A tabela 9 apresenta os valores médios das leituras obtidas.

**Tabela 9.** Potenciais de base (análise de variância)

		Valores a 1 de agosto (MPa)			Valores a 1 de setembro (MPa)		
		RCH	RDC	Média	RCH	RDC	Média
	“Hojiblanca”	0,78	1,17	0,97	1,34	1,78	1,56
	“Picual”	0,88	1,16	1,02	1,37	1,67	1,52
	Media	0,83	1,17		1,36	1,72	
Nível Significância	Rega		< 0,05			< 0,05	
	Variedade		ns			ns	
	Rega x variedade		ns			ns	

O resultado da análise de variância aplicada aos valores das leituras dos potenciais de base (tabela 9), mostra um efeito significativo no fator rega, de forma semelhante à do potencial xilémico e não significativo nos fatores variedade e na interação entre fatores. Os valores mais elevados foram observados na 2ª data de leitura e sob RDC, diferindo significativamente dos valores obtidos sob RCH, em ambas as datas.

**Tabela 10.** Potenciais Xilémicos (análise de variância)

		Valores a 1 de agosto (MPa)			Valores a 1 de setembro (MPa)		
		RCH	RDC	Média	RCH	RDC	Média
	“Hojiblanca”	2,18	2,17	2,18	2,06	2,24	2,15
	“Picual”	1,87	2,07	1,98	1,80	1,86	1,83
	Media	2,02	2,12		1,94	2,05	
Nível Significância	Rega		ns			< 0,01	
	Variedade		ns			< 0,01	
	Rega x variedade		ns			ns	

O resultado da análise de variância aplicada aos valores das leituras dos potenciais Xilémicos (tabela 10), nas leituras efetuadas a 1 de agosto, mostra um efeito não significativo em todos os fatores, no entanto nas leituras efetuadas a 1 de setembro mostra um efeito muito significativo nos fatores rega e variedade, sendo não significativo na interação dos fatores.

#### 4.1.3 Leitura do Teor em clorofila

As leituras do teor em clorofila, foram efetuadas a 1 de Agosto, 1 de Setembro e 1 de Outubro, às 4 horas e ao meio dia solar, em ambas as cultivares estudadas e em ambas as estratégias de rega em ensaio.

Foram monitorizadas 6 árvores por cultivar, 3 por cada estratégia de rega. A tabela 11, apresenta os valores médios das leituras obtidas e os resultados da análise de variância dos valores de referência obtidos de madrugada e a tabela 12 apresenta os resultados obtidos ao meio dia solar. Embora tenham sido efetuadas 3 leituras, a tabela representa os resultados da primeira e última leitura.

**Tabela 11.** Teor de Clorofila (valores de referência)

		Valores a 1 de agosto			Valores a 1 de outubro		
		RCH	RDC	Média	RCH	RDC	Média
	“Hojiblanca”	7,8	7,2	7,5	7,9	15	11,5
	“Picual”	4,9	9,6	7,3	6,4	15,2	10,8
	Media	6,3	8,4		7,1	15,1	
Nível Significância	Rega		ns			< 0,001	
	Variedade		ns			ns	
	Rega x variedade		ns			ns	

O resultado da análise de variância aplicada aos valores de referência do teor de clorofila (tabela 11), obtidos durante a madrugada na primeira leitura mostram resultados não significativos para todos os fatores, na leitura a 1 de outubro, mostram um valor significativo do fator rega e não significativo nos fatores variedade e interação de fatores.

**Tabela 12.** Teor de clorofila (análise de variância)

		Valores a 1 de agosto			Valores a 1 de outubro		
		RCH	RDC	Média	RCH	RDC	Média
	“Hojiblanca”	78,5	84	81,3	77,8	74,4	76,1
	“Picual”	79,4	86,1	81,3	84,6	72	78,3
	Media	78,9	85		81,2	73,2	
Nível Significância	Rega		ns			< 0,01	
	Variedade		ns			ns	
	Rega x variedade		ns			ns	

O resultado da análise de variância aplicada aos valores do teor de clorofila (tabela 12), obtidos na primeira leitura, a 1 de agosto, mostram resultados não significativos para todos os fatores, os resultados obtidos a 1 de outubro, mostram-se significativos no fator rega e não significativos no fator variedade e na interação entre fatores.

#### 4.1.4 Resultados apurados no crescimento vegetativo

Foram medidos inicialmente a 1 de Julho e depois em 1 de outubro, para se determinar o crescimento médio, nas duas estratégias de rega adotadas, RCH e RDC e em ambas as cultivares, “Picual” (tabela 13) e “Hojiblanca” (tabela 14).

**Tabela 13.** Registo de medições e crescimentos médios da cultivar "Picual"

Estratégia de Rega	Medições (cm) - Valores médios						Crescimento Médio
	Julho			Outubro			
	R1	R2	R3	R1	R2	R3	
RCH	18,76	17,56	15,52	22,40	18,79	18,73	2,70
RDC	16,06	15,69	14,06	17,38	18,46	15,72	1,91

**Tabela 14.** Registo de medições e crescimentos médios da cultivar "Hojiblanca"

Estratégia de Rega	Medições (cm) - Valores médios						Crescimento Médio
	Julho			Outubro			
	R1	R2	R3	R1	R2	R3	
RCH	14,03	14,19	15,16	18,03	18,51	18,45	3,87
RDC	15,97	17,69	12,13	18,30	19,24	12,96	1,57

Após a observação dos resultados obtidos, verifica-se que em ambas as cultivares em RCH, o crescimento dos ramos novos é mais evidente, sendo que a cultivar “Hojiblanca” apresenta uma diferença em relação a estratégia de rega, RDC maior que na cultivar “Picual”.

**Tabela 15.** Crescimentos médios (análise de variância)

		Crescimentos Médios		
		RCH	RDC	Média
	“Hojiblanca”	3,9	1,6	2,7
	“Picual”	2,7	1,9	2,3
	Media	3,3	1,7	
Nível Significância	Rega	< 0,05		
	Variedade	Ns		
	Rega x variedade	Ns		

O resultado da análise de variância aplicada aos valores dos crescimentos médios (tabela 15) mostra um efeito significativo do fator rega e um efeito não significativo dos fatores variedade e interação de fatores.

#### 4.1.5 Produção

Após a colheita, pesou-se os frutos de cada árvore, nas duas cultivares em estudo e em ambas as estratégias de rega adotadas e apurou-se a produção média de cada cultivar em cada estratégia de rega (tabela 16).

A produção na cultivar “Picual”, em ambas as estratégias de rega foi idêntica, na cultivar “Hojiblanca”, não foi possível apurar a produção, devido à vandalização e destruição do campo de ensaio.

**Tabela 16.** Produção

Cultivar / Estratégia de rega	Produção (Kg)
“Picual” em RCH	24
“Picual” em RDC	24,8
“Hojiblanca” RCH	Não apurada por destruição do ensaio
“Hojiblanca” em RDC	Não apurada por destruição do ensaio

Assim a análise de variância aplicada aos valores da produção foi apenas efetuada às árvores da cultivar “Picual” e mostra um resultado não significativo do fator rega (resultado não apresentado na Dissertação).

#### 4.1.6 Evolução dos resultados dos parâmetros químicos e produtivos

##### 4.1.6.1 Índice de Maturação

Sabendo que os índices de maturação ideais para colheita, conforme Agrotec, 2017, neste trabalho a colheita foi efectuada quando os índices de maturação apresentavam valores médios de 4,5 na cultivar “Hojiblanca” e 3,9 na cultivar “Picual”

O índice de maturação foi analisado em ambas as cultivares e nas duas estratégias de rega adotadas.

Pela análise da evolução dos resultados médios em 4 análises químicas efetuadas no Laboratório de Análise de Sementes e Matérias Primas Vegetais, da Escola Superior Agrária de Beja, do Instituto Politécnico de Beja, verifica-se que a cultivar “Hojiblanca” é uma cultivar de maturação mais precoce que a cultivar “Picual” (figura 42).

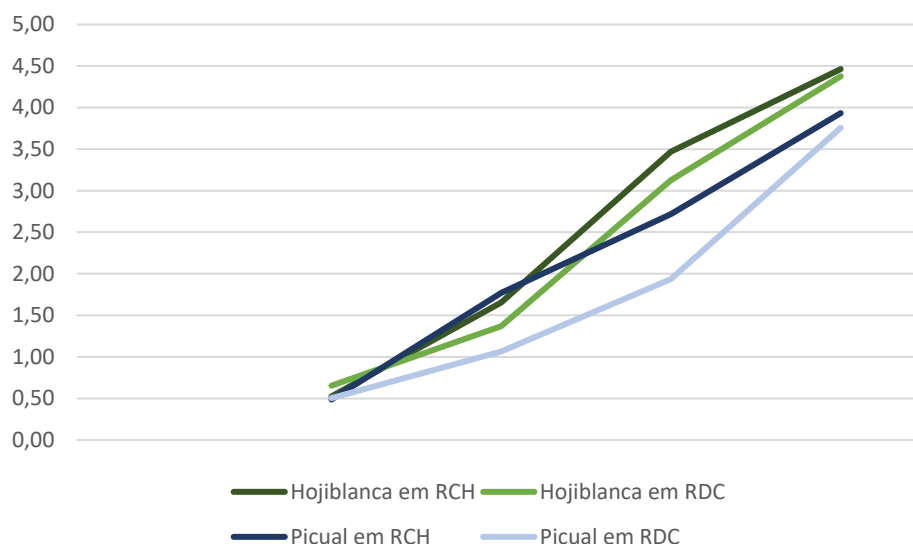
Verifica-se que embora ligeiramente, a cultivar “Hojiblanca” em regime de Rega em Conforto Hídrico (RCH), tem uma maturação mais precoce que em Rega Deficitária Controlada, no entanto no fim do ciclo, têm IM muito idênticos.

Sendo a cultivar “Hojiblanca” na sua génese destinada para o consumo em verde (consumo de mesa), em face aos resultados obtidos parece-nos que o regime de Rega Deficitária Controlada, oferece ao agricultor uma “janela de colheita” maior.

Na cultivar “Picual”, destinada à extração de azeite, o IM em Rega em Conforto Hídrico tem uma evolução mais precoce do que em Rega deficitária Controlada, atingindo no fim do ciclo IM idênticos.

Sendo a cultivar “Picual” uma variedade com desprendimento fácil em índices de maturação finais (no fim da maturação o fruto cai facilmente), e em face dos resultados obtidos, na ótica do agricultor parece-nos que, igualmente à cultivar “Hojiblanca”, a Rega em Défice Controlado é a estratégia que oferece uma “janela de colheita” maior.

Comportamento de variedades de Olival em condições de modificação climática  
Caso de estudo sob Rega Deficitária Controlada



**Figura 42.** Evolução do Índice de Maturação dos Frutos (IM)

**Tabela 17.** Índice de maturação (análise de variância)

		1ª Análise química			Análise química à colheita		
		RCH	RDC	Média	RCH	RDC	Media
	“Hojiblanca”	0,5	0,6	0,7	4,5	4,4	4,4
	“Picual”	0,5	0,5	0,5	3,9	3,8	3,8
	Media	0,5	0,55				
Nível Significância	Rega		ns			ns	
	Variedade		ns			< 0,001	
	Rega x variedade		ns			ns	

O resultado da análise de variância aplicada aos valores do índice de maturação (tabela 17), na primeira análise química, mostra um efeito não significativo em todos os fatores, no entanto a análise química efetuada na altura da colheita mostra um resultado significativo no fator variedade, sendo no entanto não significativo nos fatores rega e interação entre fatores.

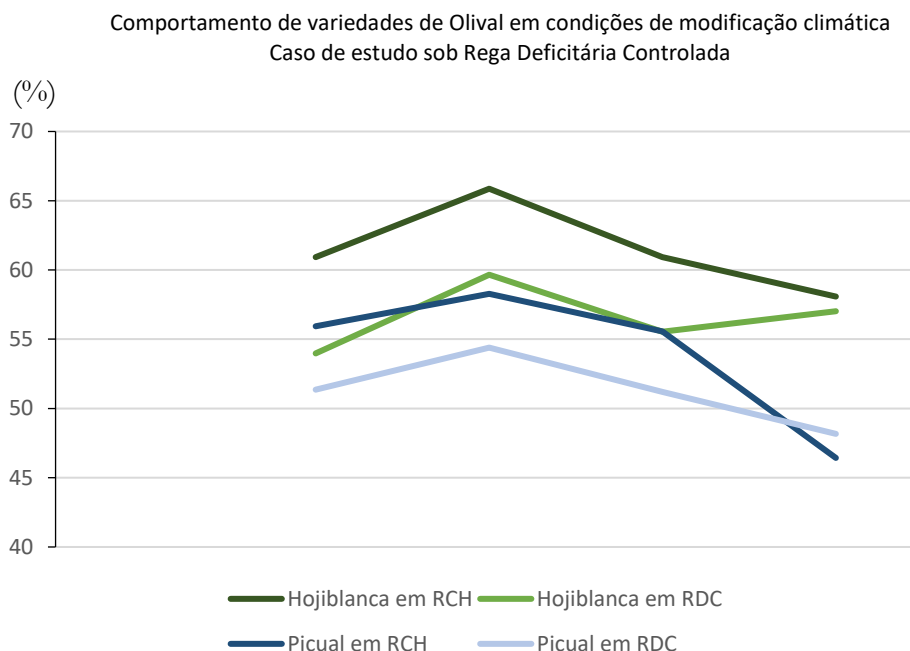
#### 4.1.6.2 Percentagem de humidade

A evolução da percentagem média de humidade dos frutos, foi verificada em ambas as cultivares em estudo e nas duas estratégias de rega adotadas.

Em ambas as cultivares a percentagem de humidade durante o período de ensaio é maior no regime de Rega em Conforto Hídrico, sendo que no fim do ciclo apresentam percentagens de humidade muito idênticas (figura 43).

Na cultivar “Picual” em regime de Rega em Conforto Hídrico, a percentagem de humidade no fim do ciclo é ligeiramente inferior em relação às árvores sujeitas a Rega Deficitária Controlada.

Verifica-se ainda que a percentagem de humidade na cultivar “Hojiblanca” é superior à cultivar “Picual”



**Figura 43.** Evolução da percentagem de humidade dos frutos

**Tabela 18.** Percentagem de humidade (análise de variância)

		1ª Análise química			Análise química à colheita		
		RCH	RDC	Média	RCH	RDC	Média
	“Hojiblanca”	63,7	54,0	58,9	58,1	57,0	57,6
	“Picual”	55,9	51,4	53,7	46,4	48,2	47,3
	Media	59,8	52,7		52,3	52,6	
Nível Significância	Rega		<0,001			ns	
	Variedade		< 0,05			< 0,001	
	Rega x variedade		ns			ns	

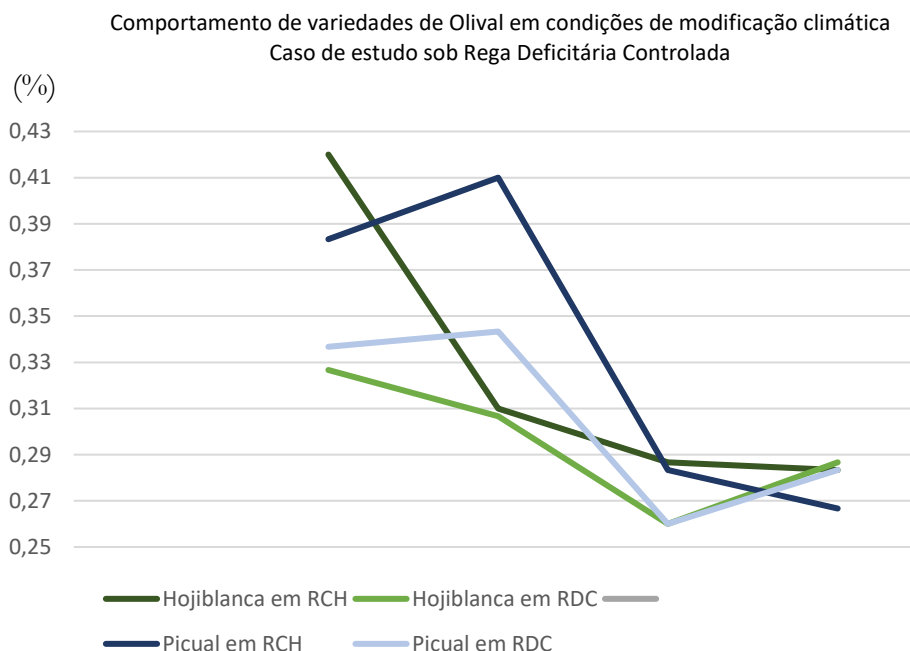
O resultado da análise de variância aplicada à percentagem média de humidade dos frutos (tabela 18), na primeira análise química mostra um efeito significativo no fator rega e no fator variedade, sendo não significativo na interação de fatores. Na análise química efetuada na altura da colheita mostra um efeito significativo no fator variedade e não significativo nos fatores rega e interação de fatores.

#### 4.1.6.3 Acidez

A percentagem de acidez dos frutos, evolui no sentido descendente, sendo o ponto ótimo de colheita o valor mais baixo (figura 44). Verifica-se que a colheita em relação ao valor de percentagem de acidez, foi efetuada tarde não se colhendo os frutos no seu estado ótimo de acidez, no entanto na cultivar “Picual” em regime de Rega em Conforto Hídrico, à altura de colheita os níveis de percentagem de acidez apresentam-se numa reta descendente.

A cultivar “Hojiblanca” em regime de Rega em Conforto Hídrico, depois de chegar ao ponto mínimo de acidez estabiliza.

Ambas as cultivares em Rega Deficitária controlada, depois do ponto mínimo de acidez, apresentam-se em reta ascendente.



**Figura 44.** Evolução dos valores de percentagem de acidez

**Tabela 19.** Percentagem de acidez (análise de variância)

		1ª Análise química			Análise química à colheita		
		RCH	RDC	Média	RCH	RDC	Média
	“Hojiblanca”	0,4	0,3	0,4	0,3	0,3	0,3
	“Picual”	0,4	0,3	0,4	0,3	0,3	0,3
	Media	0,4	0,3		0,3	0,3	
Nível Significância	Rega		< 0,05			ns	
	Variedade		ns			ns	
	Rega x variedade		ns			ns	

O resultado da análise de variância aplicada aos níveis médios de percentagem de acidez dos frutos (tabela 19), na primeira análise mostra um efeito significativo no fator rega e não significativo nos fatores rega e interação dos fatores. Na análise química efetuada na altura da colheita, mostra um efeito não significativo em todos os fatores.

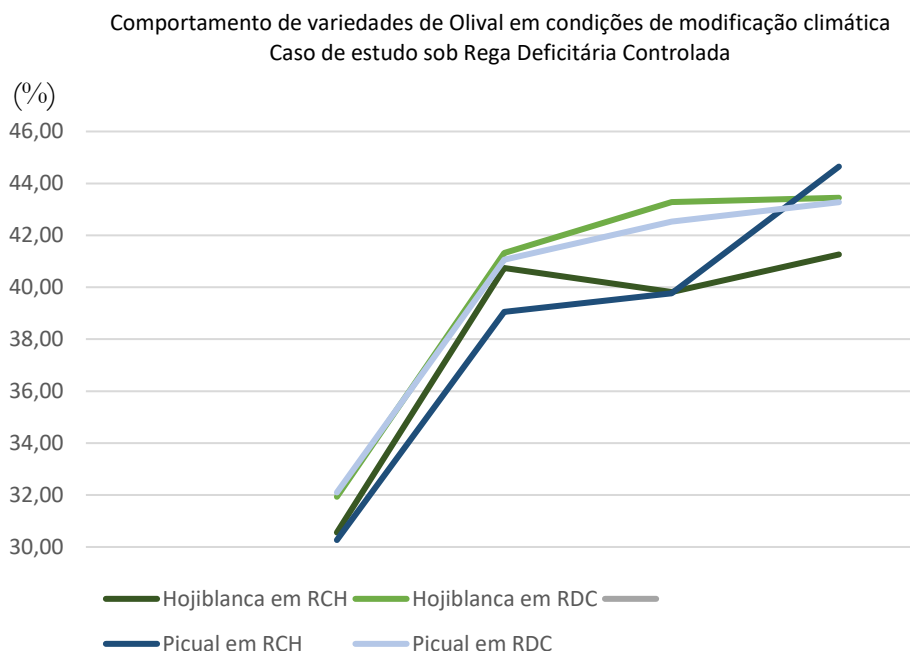
#### 4.1.6.4 Teor em Gordura na Matéria Seca

O momento ideal para a colheita, deve ter em conta o teor em gordura na matéria seca (Agrotec, 2017), pois este contrariamente ao teor em gordura total, não se altera com a percentagem de humidade do fruto, sendo então o indicador ideal para o agricultor escolher o momento para iniciar a sua colheita.

O teor de gordura na matéria seca, evolui no sentido ascendente (figura 45), em ambas as cultivares estudadas e nas duas estratégias de rega adotadas.

Embora com diferenças ligeiras as duas cultivares comportam-se de forma diferente. Na cultivar “Picual” os frutos das árvores em regime de Rega em Conforto Hídrico apresentam um teor de gordura maior, na cultivar “Hojiblanca” são os frutos das árvores em regime de Rega Deficitária Controlada que apresentam um teor de gordura maior.





**Figura 45.** Evolução do teor de gordura na matéria seca

**Tabela 20.** Teor em Gordura na matéria seca (análise de variância)

		1ª Análise química			Análise química à colheita		
		RCH	RDC	Média	RCH	RDC	Media
	“Hojiblanca”	30,6	31,9	31,2	41,3	43,4	42,4
	“Picual”	30,3	32,1	31,2	44,6	43,3	44,0
	Media	30,4	32,0		43,0	43,4	
Nível Significância	Rega		ns			ns	
	Variedade		ns			ns	
	Rega x variedade		ns			< 0,05	

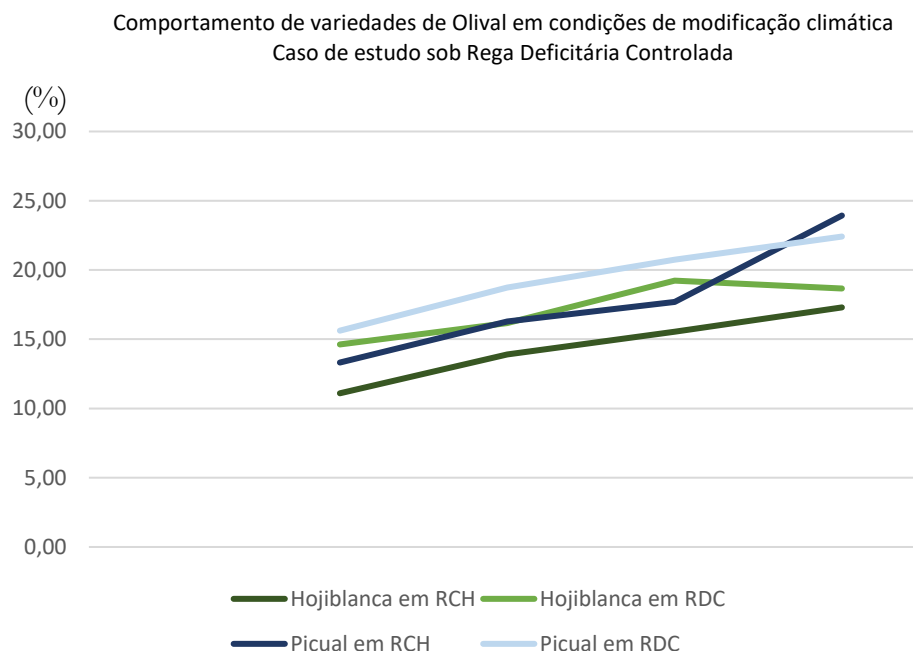
O resultado da análise de variância aplicada aos valores médios do teor em gordura na matéria seca (tabela 20), na primeira análise química mostram um efeito não significativo nos fatores rega, variedade e interação de fatores. Na análise química efetuada na altura da colheita, mostram um efeito não significativo nos fatores rega e variedade e significativo na interação de fatores.

#### 4.1.6.5 Teor de Gordura na matéria total (rendimento)

O teor de gordura na matéria total, usualmente denominado como “funda” ou “rendimento”, teor de extrema importância para o agricultor, sendo este o valor principal a ter em conta aquando da comercialização dos frutos, evolui em ambas as cultivares no sentido ascendente (figura 46).

No fim do ciclo, em ambas as cultivares e em ambas as estratégias de rega adotadas, verifica-se valores idênticos de teor de gordura na matéria total.

No entanto e tendo em conta os valores de acidez ótimos (figura 43), ambas as cultivares apresentam teores de gordura superiores em estratégia de Rega Deficitária Controlada.



**Figura 46.** Evolução do teor de gordura na matéria total (rendimento)

#### 4.1.6.6 Carga das Árvores

Foi apurada a carga média das árvores, número de frutos por árvore, em ambas as cultivares em estudo, nas duas estratégias de rega adotadas (tabela 21).

O resultado da análise de variância aplicada à carga média de frutos por árvore, da cultivar “Picual”, mostra um efeito não significativo do fator rega.

**Tabela 21.** Carga média das árvores (nº de frutos)

Cultivar / Estratégia de rega	Carga média da árvore (Nº frutos)
“Picual” em RCH	9051
“Picual” em RDC	10193
“Hojiblanca” RCH	Não apurada por destruição do ensaio
“Hojiblanca” em RDC	Não apurada por destruição do ensaio

#### 4.1.6.7 Peso dos frutos

Foi apurado o peso médio de 50 frutos nas duas cultivares estudadas e em ambas as estratégias de rega adotadas (tabela 22).

As amostras da cultivar “Hojiblanca” foram obtidas dos poucos frutos que restaram nas árvores após a vandalização do campo de ensaio.

Verifica-se que na cultivar “Hojiblanca” o peso médio dos frutos é maior que na cultivar “Picual”, tal poderá se dever ao facto das amostras da cultivar “Hojiblanca”, terem sido retiradas das árvores destruídas, logo com poucos frutos e o consequente aumento de peso dos frutos. Poderá dever-se ainda às características da cultivar, sendo que esta está na sua génese vocacionada para o consumo em verde (consumo de mesa).

Verifica-se ainda que os frutos das árvores sujeitas a estratégia de Rega Deficitária Controlada (RCD), apresentam peso superior aos frutos das árvores em Rega em Conforto Hídrico (RCH), em contraponto com o que se passa na cultivar “Picual”.

**Tabela 22.** Peso médio de 50 frutos

Cultivar / Estratégia de rega	Peso médio de 50 frutos (g)
“Picual” em RCH	136
“Picual” em RDC	127
“Hojiblanca” RCH	206
“Hojiblanca” em RDC	242

A análise da variância aplicada ao peso médio dos frutos, foi feita apenas na cultivar “Picual”, uma vez que o campo de ensaio da cultivar “Hojiblanca”, foi destruído e o facto de restarem poucos frutos na árvore, poderia adulterar os resultados.

Assim a análise de variância foi apenas efetuada aos frutos da cultivar “Picual” e mostra um resultado não significativo do fator rega.

#### 4.1.6.8 Volume dos frutos

Aplicando a fórmula matemática para determinar o volume de formas elipsoides, apurou-se o volume médio dos frutos das duas cultivares estudadas e em ambas as estratégias de rega adotadas (tabela 23).

As amostras da cultivar “Hojiblanca” foram obtidas dos poucos frutos que restaram nas árvores após a vandalização do campo de ensaio.

O volume dos frutos da cultivar “Hojiblanca”, apresentam-se maiores que os da cultivar “Picual”, tal pode-se dever apenas às próprias características morfológicas desta cultivar, uma vez que está na sua génese vocacionada para o consumo em verde (consumo de mesa).

Contrariamente aos frutos das árvores da cultivar “Picual”, os frutos das árvores da cultivar “Hojiblanca”, em regime de Rega Deficitária Controlada (RDC), apresentam um volume superior ao dos frutos das árvores em regime de Rega em Conforto Hídrico (RCH).

**Tabela 23.** Volume médio dos frutos

Cultivar / Estratégia de rega	Volume médio dos frutos (cm <sup>3</sup> )
“Picual” em RCH	2,40
“Picual” em RDC	2,15
“Hojiblanca” RCH	3,50
“Hojiblanca” em RDC	4,43

A análise da variância aplicada ao volume médio dos frutos, foi feita apenas na cultivar “Picual”, uma vez que o campo de ensaio da cultivar “Hojiblanca”, foi destruído e o facto de restarem poucos frutos na árvore, poderia adulterar os resultados.

Assim a análise de variância aplicada ao volume médio dos frutos, foi apenas efetuada aos frutos da cultivar “Picual” e mostra um resultado não significativo do fator rega.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A olivicultura encontra-se numa era de mudança, em especial no Alentejo e em particular na área de intervenção da bacia do Alqueva, com a intensificação dos olivais, com o aparecimento da oportunidade de regadio, de novas tecnologias agrícolas e a maior consciência por parte dos consumidores de que o azeite é um alimento saudável.

A crescente escassez de água decorrente das alterações climáticas tem motivado preocupações no setor agrícola em geral. A adoção de práticas mais sustentáveis com maior eficiência de uso da água e, consequentemente com menor custo de produção, é um aspeto a ter em conta nos olivais do Baixo Alentejo.

Neste contexto, este trabalho teve como finalidade avaliar se a rega, sendo uma prática essencial à oliveira e será possível ao agricultor reduzir a quantidade de água a aplicar nos Olivais, sem afetar a produção.

Tendo em conta, que existe um grande numero de explorações agrícolas que incluem nos seus olivais, cultivares com maturações dispare, e de géneses diferentes, produção de azeite e produção de azeitona de mesa, de forma a lhes ser possível, por um lado colmatar as necessidades do mercado e por outro, conduzirem a sua colheita de forma a obterem frutos nas suas melhores condições, seja sanitárias, seja de qualidade, este trabalho incidiu sobre duas cultivares, “Picual”, vocacionada para a produção de azeite e “Hojiblanca”, dirigida para o consumo em verde (mesa).

Após a análise dos resultados, considera-se que eventualmente é possível sujeitar esta cultura a níveis de *stress* maiores, nos diferentes estados fenológicos, uma vez que não houve diferenças significativas nos parâmetros de produção, seja em termos qualitativos seja em termos quantitativos, apenas se verificou um efeito significativo no fator rega nos crescimentos médios nas cultivares em estudo.

Na cultivar “Hojiblanca” não foi possível avaliar a totalidade dos resultados produtivos, devido à destruição do campo de ensaio.

Assim, os resultados mostram que é possível, ao agricultor, poupar na água de rega, sem que isso ponha em causa a produção, qualidade e a perenidade da Oliveira.

Após a conclusão deste trabalho, vai-se iniciar no próximo ciclo vegetativo um estudo similar na cultivar “Hojiblanca”, mas introduzindo mais um fator comparativo, a condução em sequeiro.



## 6. BIBLIOGRAFIA

- Agrotec. 2017.** [Consultado: 20 de 03 de 2017.]  
<http://www.agrotec.pt/noticias/azeitona-qual-o-momento-otimo-de-colheita/>.
- Armindo, J.G. Rosa. 2009.** *Fertirrega em Horticultura*. s.l. : DRAP - Algarve
- Azeite do Alentejo. 2017** [Consultado: 07 de 03 de 2017.]  
<http://www.azedoalentejo.pt/azeite-do-alentejo.html>.
- Azeites de Espanha. 2017.** [Consultado: 8 de 03 de 2017].  
<http://www.azeite.com.br>
- Barranco, D. 2004.** *Variedade y Patrones*. in Barranco, D.; Fernández-Escobar, R. Rallo, L. - El Cultivo del Olivo. 5ª edición, revisada y ampliada. Ediciones Mundi-Prensa. Junta da Andalucia.
- Beltrán, G.; Uceda, M.; Hermoso, M.; Frias. L. (2008).** Maduración. in: *El cultivo del olivo. 6ª Edición*. Ediciones Mundi-Prensa & Junta da Andalucia, p. 165 - 184.
- Casa do Azeite. 2017.** [Consultado: 06 de 03 de 2017.]  
<http://www.casadoazeite.pt/DADOSSECTOR/produção/tabid/94default.aspx>.
- CIMAC. 2017.** [Consultado:21 de 02 de 2017].  
[http://www.cimac.pt/pt/site-alentejo-central/municipios/documents/descricao\\_redondo.pdf](http://www.cimac.pt/pt/site-alentejo-central/municipios/documents/descricao_redondo.pdf).
- Civantos, L.; Barranco, D.; Fernández-Escobar, R.; Rallo, L. 2008.** La Olivicultura en el mundo en España.In: El cultivo del olivo. 6ª edición. Ediciones Mundi-Prensa Y Junta de andalucia, p. 19-35.
- Correa-Tedesco, G., Rousseaux, M e Searles, P. S. 2010.** Plant growth and yield responses in olive to different irrigation levels in a arid region of Argentina. *Agriculture Water Management*. 97: p. 1829-1837.
- COTR. 2017.** Centro Operativo e Tecnologia de Regadio. *SagraNet*. [Consultado 21 de 02 de 2017.]  
[http://www.cotr.pt/cotr/sagranet/sagranet\\_entrada\\_2.asp](http://www.cotr.pt/cotr/sagranet/sagranet_entrada_2.asp).
- CSIC. 2017.** Instituto de Agricultura Sustentável. *Conselho Superior de Investigações Científicas*. [Consultado: 23 de 04 de 2017.]  
<http://www.ias.csic.es/agronomia/manejo-y-conservacion-de-aguas-y-suelos/>.
- DGADR. 2017.** [Consultado: 23 de 02 de 2017.]  
<http://guiaexploracoes.dgadr.pt/index.php/producao-vegetal/olival>.
- Doorenbos, J. e Pruitt, W.O. 1977.** Guidelines for predicting crop water requirements. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome . p. 300.
- FAOSTAT. 2017.** [Consultado: 06 de 03 de 2017.]  
<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>.
- Félix Peneda, A. J. 2009.** *Optimização da fileira do olival na Herdade de Alcobaça. Tese de Mestrado em Agricultura Sustentável - IP Portalegre*.
- Fereres Castiel, E. ; Pastor Munõz-Cobo M. 2005.** Relaciones Suelo - Agua.. *Cultivo del Olivo em Riego Localizado*. Ediciones Mundi-Prensa & Junta de Andalucia

- Fernandez, José Enrique. 2012.** Estrategia de RDC para olivares del sur de la peninsula.
- Fernandes, A Silva, Fonseca, F e Almeida, A. 2014.** *Rega deficitária em olivais de Tras-os-Montes*. 2014.
- Franganito, Julia Pereira. 2014.** *Resposta da cultura da ameixa em rega deficitária*. Tese de Mestrado do curso de Agronomia do IP Beja.
- Girona Gomis, J., Hidalgo Moya, J. e Pastor Muñoz-Cobo, M. 2005.** Riego deficitario controlado. *Cultivo del Olivo con riego localizado*. Ediciones Mundi-Prensa & Junta de Andalucia. p. 139-163.
- Gómez-Rico, A.; Desamparados Salvador, M.; Moriana, A.; Pérez, D.; Olmedilla, N.; Ribas, F.; Fregapane, G. 2007.** Influence of different irrigation strategies in a traditional Cornicabra cv. Olive orchard on virgin olive oil composition and quality. *Food chemistry*. 100: 568-578.
- Gouveia, J.M. B.; Saldanha, J. L. P.; Martins, A. S.; Sobral, V. 2002.** *O Azeite em Portugal*. Lisboa : Edições Inapa.
- GPP - Gabinete Planeamento, Políticas e Administração Geral. 2017.** *SIAZ - Sistema de Informação do Azeite e Azeitona de Mesa*. [Consultado: 07 de 03 de 2017.] <http://www.gpp.pt/index.php/siaz/siaz-sistema-de-informacao-sobre-o-azeite-e-a-azeitona-de-mesa>.
- Grattan, S.R.; Berenguer, M.J.; Connell, J.H.; Polito, V. S.; Vossen, P.M. 2006.** Olive oil production as influenced by the different quantities of applied water. *Agriculture Water Manangement*. 85: 133- 140.
- Guerrero, A. 1997.** Nueva Olivicultura 4ª edición revisada Y ampliada. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid.
- Guillén, J e López-Villalta, M. 1992.** Producción de aceite de oliva de calidad. Influencia del cultivo. 21/92 Aportes para cursos. : Junta de Andalucía. Consejería de Agricultura e Pesca. Dirección de Investigación, Tecnología y Formación Agroalimentaria e Pesquera.
- Hermoso, M.; Uceda, M.; Frías, L.; Beltrán, G. 1997.** Maduración. In: El Cultivo del olivo. 2ª Edición. D Barranco, Fernández-Escobar e L. Rallo (Eds.) Ediciones Mundi-Prensa & Junta da Andalucía. Madrid.
- Herrera, B.; Castillo, B.; Ayerbes, J.; Torti, S.; Ordóñez, J.; Caballero, F. 1999.** *Informe sobre el Proyecto de Concertación para la Mejora de la Calidad del Aceite de Oliva en las Comarcas de la Sierra y Valle de los Pedroches, Campina y Penibética de la Provincia de Córdoba*. Federación Andaluza de Empresas Cooperativas Agrarias. Consejería de Agricultura y Pesca. Dirección General de Investigación y Formación Agraria.
- Humanes, J., Herruzo, B. e Porras, A. 1980.** Recolección de aceitunas: hacia una mecanización integral. Olea. 1980, p. 16: 85.
- Iniesta, F.; Testi, L.; Orgaz, F.; Villalobos, F. J. 2009.** *The effects of regulated and continuous deficit irrigation on the water use, growth and yield of olive trees*. *European Journal of Agronomy*, 30: 258 - 265.
- Leitão, F., Potes, M. e M & Almeida, F. 1986.** Descrição de 22 variedades de oliveira cultivadas em Portugal. Ministério da Agricultura, Pescas e Alimentação. Direcção-geral de Planeamento e Agricultura. Lisboa.



**Martinez Raya, A., Francia, J. R. e Marínez Vilela, A. 2007.** Introducción a la agricultura de conservación en olivar. Evaluación del comportamiento de los sistemas de manejo de suelos. In: *Cubiertas vegetales en olivar*. A. Rodríguez Lizana, R. Ordóñez Fernández, J. Gil Ribes. (Eds.). Junta de Andalucía. p. 7 - 16.

**Muchow, R C e Sinclair, T R. 1994.** *Nitrogen response of leaf photosynthesis and canopy radiation use efficiency in field grown maize and sorghum*. s.l. : Crop Science., 1994.

**Navarro, C. & Parra, M. A. 2004.** Plantación in: Barranco, D.; Fernández-Escobar, R.; Rallo, L. - *El Cultivo del Olivo. 5ª edición*, revisada y ampliada. Ediciones Mundi-Prensa. Junta da Andalucía.

**NovaRocha. 2017.** [Consultado: 26 de 04 de 2017.]  
<http://www.novarocha.com/catalogos/Sistemas%20de%20rega/Control/Folheto%20Watermark%20sensores%20tensiometricos.pdf>.

**Orgaz Rósua, F; Villalobos Martín, F.; Testi, L.; Pastor Muñoz-Cobo, M.; Hidalgo Moya, J. C.; Ferreres Castiel, E. 2005.** Programación de riegos en plantaciones de Olivar. Metodología para el cálculo de las necesidades de agua de riego en el olivar regado por goteo. in: *Cultivo del Olivo con Riego Localizado*. M. Pastor Muñoz-Cobo. (Ed.) Ediciones Mundi-prensa & Junta da Andalucía. Madrid, p. 63-81.

**Orgaz, F. e Ferreres, E. 2008.** Riego. In: *El Cultivo del Olivo*. D. Barranco, R. Fernández-Escobar e L. Rallo. (Eds.) Ediciones Mundi-Prensa & Junta de Andalucía, Madrid p. 337-362.

**Orgaz, F. e Ferreres, E. 2001.** *El cultivo del olivo*. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid

**Oteros, Jose. 2014.** *Modelización del ciclo fenológico reproductor del olivo*. Universidad de Córdoba. Córdoba.

**Palese, A.; Nuzzo, V.; Favati, F.; Pietrafesa, A.; Celanop, J.; Xiloyannis, C. 2010.** Effects of water deficit on the vegetative response, Yield and oil quality of olive trees (*Olea europaea* L., cv Corantina) grown under intensive cultivation. *Scientia Horticulturae*. 125:222-229.

**Pastor Muñoz-Cobo, M. 2005.** Ciclo anual del olivo y sensibilidad al déficit hídrico. In: Pastor Muñoz-Cobo. (Ed.). *Cultivo del olivo con riego localizado*. Ediciones Mundi-Prensa & Junta da Andalucía. Madrid p. 63-81.

**Pastor, M.; Orgaz, F.; Veja, V.; Hidalgo, J.; Castro, J. 1998.** Programación del riego. In: *Programación del riego y de la fertilización en olivares de la provincia de Jaén. Sevilla*. p. 11 - 32.

**Patumi, M.; D'Andria, R.; Marsilio, V.; Fontanazza, G.; Morelli, G.; Lanza, B. 2002.** Olive and olive oil quality after intensive monocone olive growing (*Olea europaea* L., cv Kalamata) in different irrigation regimes. *Food Chemistry*. 77: 27-34.

**Provedo. 2017.** variedadesdeolivo.com [Consultado: 12 de 03 de 2017.]  
<http://www.variedadesdeolivo.com/Ficha.php?Cod=324>.

**Ramos, A F. 2010.** Yield and olive oil characteristics of low density orchard subjected to different irrigation regimes. [autor do livro] A F Ramos e F. L. Santos. *Agriculture water management*. 97: 363-373.

**Rosa, J.; Herrera, B.; Coletto, F.; Zamorano, F.; caballero, F.; Rodriguez, E. 2006.** Agronomía y poda del olivar. Cursos modulares. instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera. Consejería de innovación, Ciencia y Empresa. Consejería de Agricultura y Pesca.

**Silva, Anabela Fernandes. 2015.** Observador.pt [Online em 21 de 05 de 2015].  
<http://observador.pt/2015/05/21/reg-a-deficitaria-do-olival-aumenta-producao-e-qualidade-do-azeite/>.

**Silvestri, E.; Bazzanti, N.; Toma, M.; Cantini, C. 1999.** Effect of training system, irrigation and round cover on olive crop performance. Acta Hort. 474: 173-175.